DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Vierzehnter Jahrgang | 29. Oktober 1926 | Heft 44

Turgescenz-Schleudermechanismen zur Verbreitung von Samen und Früchten.

Von Fritz Overbeck, Frankfurt a. M.

Wohl jedem ist seit seiner Kindheit die Erscheinung geläufig, daß die Streifen eines aufgespaltenen Löwenzahnstengels (Taraxacum officinale) sich mit Lebhaftigkeit zusammenringeln oder gar eng aneinander liegende Spiralwindungen bilden, sobald sie in Wasser geworfen werden. In diesem Verhalten des Löwenzahnstengels tritt uns in typischer Weise das Wirken der nämlichen Kräfte entgegen, die bei den in Rede stehenden Schleudermechanismen die erste Rolle spielen: *Turgordruck*[1]) *und die durch ihn bedingte Gewebespannung.* Die gleiche Erscheinung wie beim Löwenzahnstengel findet sich mehr oder weniger ausgeprägt bei fast allen wachsenden Sproßachsen höherer Pflanzen. Es befinden sich in einem gewissen Entwicklungsstadium die Zellen der zentraleren Gewebe einerseits und die der mehr peripher gelegenen andererseits in einem Zustand ungleicher osmotischer Dehnung. Und zwar liegen die Dinge derart, daß sich die zentraleren Teile in Druckspannung befinden, wodurch die peripheren in Zugspannung versetzt werden.

Dieses Verhältnis ist meist zwischen Mark und Rinde gegeben. Wenn man beide Teile durch einen Schnitt voneinander isoliert, so verlängert sich das Mark und verkürzt sich die Rinde. Spaltet man einen jungen Stengel durch mehrere Schnitte der Länge nach auf, so resultiert aus dem Wirken der beiden antagonistischen Kräfte, der Druckkraft und der Zugkraft, eine Krümmung der Teile. Das Mark kommt auf die konvex werdende Flanke, die Rinde auf die konkav werdende zu liegen. Legen wir schließlich die eingerollten Streifen in eine plasmolysierende Lösung, in eine Lösung also, die den Turgordruck der Zellen aufhebt, so strecken sich die Streifen wieder gerade. Das zeigt an, daß es sich tatsächlich bei der Einkrümmung um Turgorkräfte gehandelt hat. Die Bedeutung der durch ungleiche Turgordehnung bedingten Gewebespannung dürfte bei Stengeln, Blattstielen und ähnlichen Organen in einer Festigung der noch jungen wachsenden Organe zu erblicken sein. Die Spannungsverhältnisse zwischen Mark und Rinde sind dann auf allen Flanken *gleichmäßig* ausgebildet.

Durch *ungleichmäßige* Verteilung der Spannungen, sei es daß die Turgordehnung auf *einer* Flanke des betreffenden Organes zunimmt oder abnimmt, oder sei es, daß sich auf *zwei* antagonistischen Flanken die Verhältnisse im entgegengesetzten Sinne ändern, kommt es zu Krümmungsbewegungen. Diese mechanische Möglichkeit der Bewegung wird von der Pflanze ungemein häufig ausgenutzt, vielfach in besonderen Bewegungsgeweben, wie in den Gelenken gewisser Blattstiele. Handelt es sich hier um die Ausführung relativ langsam verlaufender Bewegungen, so hat man es in jenen Fällen, wo durch Turgordruck und Gewebespannung Samen und Früchte fortgeschleudert werden, mit Bewegungsgeweben zu tun, die mit blitzartiger Geschwindigkeit arbeiten. Es liegen aus den letzten Jahren eine Reihe von Untersuchungen über derartige Mechanismen vor.

Impatiens parviflora D C.

Als Ausgangspunkt sei zunächst *Impatiens parviflora D C*, unser Springkraut, besprochen. Die Frucht ist eine 5fächerige Kapsel mit außerordentlich zarten Scheidewänden (Fig. 1). An einer zentralen Placenta, die als dünner Strang die ganze Länge der Kapsel durchzieht, sitzen die Samenanlagen, und wenn die Samen reifen, bringen sie den oberen Teil der Frucht zu einer bauchigen Anschwellung. Indessen bilden sich im unteren Teil der Frucht in den Wandungen Spannungen aus, Spannungen zwischen verschiedenartigen Geweben. Auf der Außenseite der Fruchtklappen liegt ein saftiges Gewebe aus dünnwandigen Zellen, das als Schwellgewebe fungiert, und auf der Innenseite bilden starkwandige mechanische Elemente eine Widerlage (Fig. 1a). Insofern liegen hier die Verhältnisse umgekehrt wie beim Löwenzahnstengel, als das in Druckspannung befindliche Gewebe auf der *Außenseite* und nicht innen seinen Sitz hat. Andererseits aber läßt sich eine Parallele zum Löwenzahnstengel ziehen, als hier wie dort der Ausgleich der Spannungen durch den röhrenartigen Verband des Ganzen verhindert wird. Wird schließlich dieser röhrenartige Verband der 5 Fruchtblätter und damit die Hemmung bei Impatiens gelöst, was zur Zeit der Reife durch ein besonderes Trennungsgewebe geschieht (Fig. 1b, *Tr.*), dann kommen die Spannungen zum Ausgleich: Die 5 Klappen rollen sich in der bekannten Weise von unten beginnend nach innen ein, schlagen gegen die Samen und schleudern diese fort. Die sehr zarten Scheidewände zwischen den Kapselfächern werden dabei zerrissen und stellen jedenfalls kein wesentliches Hemmnis des Mechanismus dar.

Der Längsschnitt durch den mechanisch wirksamen Teil eines Karpells (Fruchtblatt) zeigt außen eine relativ kleinzellige Epidermis. Dann

[1]) Der Druck des Zellinhalts auf die Zellwand. — Bemerkt sei indessen, daß der Turgordruck der lebenden Zelle nicht die treibende Kraft *aller* pflanzlicher Schleudermechanismen ist. In sehr vielen Fällen, die aber nicht im Rahmen des vorliegenden Aufsatzes liegen, ist die Mechanik überhaupt nicht an die lebende Zelle gebunden und läßt sich auf Quellungs- und Kohäsionskräfte zurückführen.

folgt das saftige Schwellgewebe. Es besteht aus großen und dünnwandigen Elementen, die stark in radialer Richtung gestreckt sind. Auf der inneren Flanke des Karpells finden sich sehr langgestreckte faserartige Zellen mit starken Tangential- und schwächeren Radialwänden. Schon auf den ersten Blick läßt sich aus dieser Gewebeanordnung die Mechanik der Schleudereinrichtung in ihren Grundzügen erkennen: Es wird infolge der osmotischen Kräfte eine Druckspannung in dem saftigen Schwellgewebe herrschen, während die faserartigen Elemente der Innenflanke als Widerlage dienen. Und was wichtig ist: Indem diese faserartigen Zellen starke Tangential-, aber schwache Radialwände besitzen, wird einerseits eine genügende Zugfestigkeit, andererseits ein möglichst geringer Biegungswiderstand bei der Einrollung gewährleistet. Wie dann die nähere Untersuchung zeigt, besitzen diese Zellen neben ihrer Gestaltung noch weitere Eigenschaften, die für die Wirksamkeit des Mechanismus von Bedeutung sind. Das sind Dehnbarkeit und Elastizität. Wenn man nämlich die Dimensionsänderungen, die eine Fruchtklappe beim Einrollungsvorgang erfährt, messend verfolgt, so ergibt sich das Folgende:

Der mechanisch wirksame Klappenteil ist nach der Einrollung auf der konvex gewordenen Flanke um gut 30% länger als vorher. Die konkav gewordene Innenflanke dagegen erweist sich um 10% kürzer als vorher. Daraus wird man schließen dürfen, daß das Fasergewebe der Innenseite tatsächlich durch elastische Kontraktion den Schleudervorgang unterstützt, d. h. vorher durch das Schwellgewebe gedehnt und gespannt worden ist.

Bezüglich der Wirkungsweise des Schwellgewebes hat man sich vor allem *einen* Punkt vor Augen zu halten. Eben wurde gesagt, daß das Schwellgewebe auf der konvex werdenden Flanke sich beim Schleudervorgang, d. h. beim Freiwerden der Spannungen, um gut 30% verlängert. Mehrfach findet sich in der Literatur — mehr oder minder klar ausgesprochen — die Anschauung entwickelt, als handele es sich bei dieser „Ausdehnung" des Schwellgewebes um eine Volumenzunahme. Das bedeutet aber eine ganz irrige Auffassung der Schleudermechanik. Wir haben es vor der Ausschleuderung im Zustande der Spannung weder mit einer *Volumenkompression* der Schwellzellen zu tun, noch beim Freiwerden der Spannungen mit einer plötzlichen Volumenzunahme. Für die einzelne Zelle wie für das ganze fast lückenlose Schwellgewebe sind solch plötzliche Volumenänderungen kaum denkbar, denn den Zellsaft und die mit Wasser imbibierten Membranen müssen wir für die hier in Betracht kommenden Kräfte als praktisch nicht kompressionsfähig ansehen. Eine Volumenvergrößerung könnte nur dann eintreten, wenn die Zellen im Augenblick des Schleudervorganges, der sich mit blitzartiger Geschwindigkeit zu vollziehen pflegt, noch Wasser aufnehmen könnten. Das ist in diesem Fall aber wohl kaum vorstellbar.

Die plötzlichen Bewegungserscheinungen der Fruchtklappen kommen also nicht durch Volumenveränderung, sondern lediglich durch *Gestalts-*

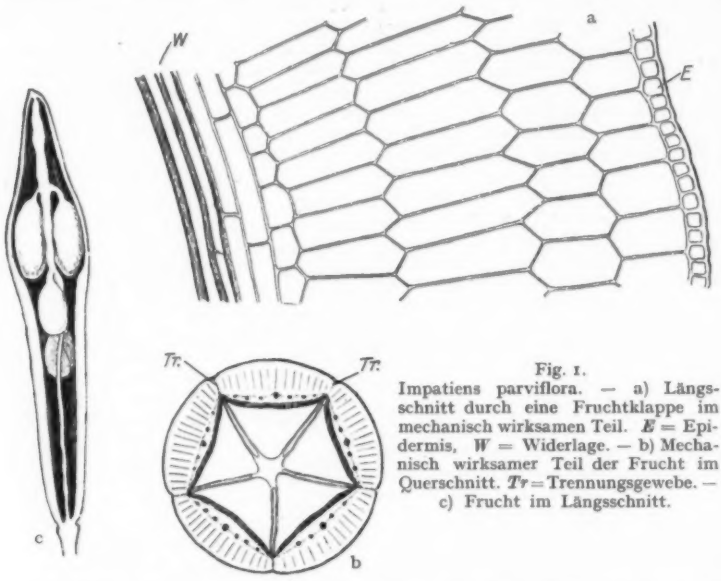

Fig. 1.
Impatiens parviflora. — a) Längsschnitt durch eine Fruchtklappe im mechanisch wirksamen Teil. *E* = Epidermis, *W* = Widerlage. — b) Mechanisch wirksamer Teil der Frucht im Querschnitt. *Tr* = Trennungsgewebe. — c) Frucht im Längsschnitt.

veränderung der mechanisch wirksamen Zellen zustande. Um bei *Volumenkonstanz* durch *Gestaltsveränderungen* Arbeit zu leisten, finden wir die Schwellgewebszellen von Impatiens in wirksamster Weise angelegt. Sie sind lotrecht auf die Faserschicht gestreckt und an beiden Enden pyramidenförmig abgedacht, so daß sie auf dem Schnittbild zickzackartig ineinander greifend erscheinen. Jede Zelle hat nun das Bestreben, sich unter dem Einfluß ihres Turgordruckes abzurunden, d. h. sich der Kugelgestalt zu nähern. Da die Widerlage und der röhrenartige Verband der 5 Fruchtklappen die Abrundung der Schwellzellen aber verhindern, werden zunächst nur Spannungen erzeugt. Die Schwellzellen befinden sich dabei in einer Zwangslage, in der sie eine andere Gestalt anzunehmen genötigt sind, als ihnen ohne Einwirkung des äußeren Gegendruckes zukommen würde. Wenn aber zur Zeit der Reife der Verband der 5 Fruchtklappen hinreichend gelokkert wird, fällt die Hemmung fort und die Zellen des Schwellgewebes können ihrem Abrundungsbestreben folgen. Sie verkürzen ihren größten und *vergrößern ihren kleinsten* Durchmesser. Dieser aber fällt in die Richtung, in der für den Mechanismus das Wirken von Druckkräften erforderlich ist, also in die Längsrichtung der Klappe.

Ganz das gleiche Bauprinzip hinsichtlich Gestalt und Anordnung der Schwellzellen, die gleichen Grundzüge der Mechanik wie bei Impatiens, finden sich bei einer Reihe weiterer Turgescenz-Schleudermechanismen wieder, und es ist um so reizvoller, diese durchzugehen, als es sich morphologisch um die denkbar verschiedensten Typen handelt und das mechanische Prinzip seine Anwendung in mannigfachen „Konstruktions"-Varianten zeigt.

Dorstenia Contrayerva L.

Die Dorstenien sind krautige, meist in Mittel- und Südamerika sowie in Afrika vorkommende Pflanzen aus der Familie der Moraceen. Ihre Blütenstände ähneln denen der zur gleichen Familie gehörigen Feigen. Die „Feige" des Handels wird gebildet von einer krugförmigen, hohlen Blütenstandsachse, die auf ihrer Innenfläche die zahlreichen Blüten trägt. Bei Dorstenia ist die Blütenstandsachse nicht krugförmig und hohl, sondern flach und scheibenartig ausgebreitet; die Blüten stehen hier auf der Oberseite. Und zwar sind die weiblichen Blüten je in eine kleine Höhlung versenkt, aus der nur die Narbenlappen herausragen, und in dieser Höhlung reift auch die Frucht heran. Sie hat im reifen Zustand ein seltsames Aussehen und erscheint als eine Art Zange aus saftigem weißen Schwellgewebe, zwischen deren Backen ein Steinkern eingeklemmt liegt (Fig. 2). Diese Backen schnappen schließlich mit großer Gewalt zusammen und quetschen den Steinkern zwischen sich heraus, ähnlich wie wenn man einen feuchten Kirschkern zwischen 2 Fingern fortschnippt. Über die Anatomie des „Geschosses" sei kurz das Folgende gesagt. Die Samenschale ist nur ein dünnes schwaches Häutchen. Die daran stoßenden beiden innersten Zellagen der Fruchtwandung sind aber steinhart geworden. Als weitere Bestandteile des Geschosses folgen nach außen noch einige Schichten weichen kleinzelligen Gewebes, bis dann die seltsame „Zange" beginnt. Die Abtrennung zwischen Geschoß und Zange wird kurz vor der Ausschleuderung bereits durch das Entstehen eines Hohlraumes im Winkel zwischen den Zangenarmen eingeleitet. Was hier fortgeschleudert wird, ist also nicht ein Same (wie bei Impatiens), sondern ein Steinkern samt einem Teil des an ihm haftenden Fruchtfleisches.

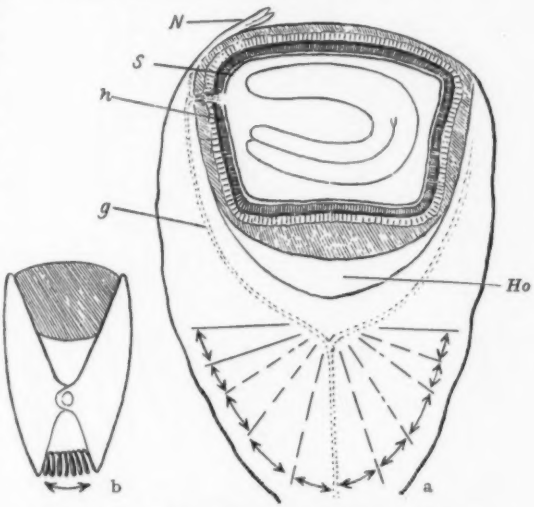

Fig. 2. Dorstenia Contrayerva. — a) Schematischer Längsschnitt durch die Frucht. *N* = Narbe, *S* = Samenschale, *H* = Hartschicht der Frucht, *G* = Gefäßbündel, *Ho* = Hohlraum. — b) Modell zur Veranschaulichung des Zangenmechanismus.

Nun die „Zange" selber. Wir haben sie als ein System von 2 Hebeln aufzufassen, die um einen gemeinsamen Drehpunkt gegeneinander beweglich sind, wie das die Modellzeichnung (Fig. 2b) veranschaulicht: Durch Auseinanderdrücken der unteren Hebelarme werden die oberen geschlossen. Der Drehpunkt ist durch kleine rundliche Zellen gekennzeichnet, die stärkere Membranen heben als die übrigen Elemente des Schwellgewebes (Fig. 3). Von diesem Drehpunkt aus aber strahlen sehr viel größere gestreckte Zellen, fast wie die Speichen eines Rades, der äußeren Epidermis zu. Sie sind in derselben Weise wirksam, wie das oben für Impatiens ausgeführt wurde. Infolge ihres Bestrebens, sich unter dem Einfluß des Turgordruckes abzurunden, trachten die Zellen ihren größten Durchmesser zu verkürzen und ihren kleinsten zu

vergrößern. Dadurch werden Druckkräfte in tangentiale Richtung gelenkt, nämlich in die Richtung der eingezeichneten Pfeile (Fig. 2a). Die unteren Arme der gedachten Zangenhebel werden auseinander gedrückt, die oberen dadurch zum Zusammenklappen und Hinausquetschen des Geschosses gebracht. Daß die erreichten Wurfweiten 3—4 m betragen, kommt häufig vor.

Bemerkenswert ist, daß das kleinzellige Gewebe zwischen den Zangenbacken und dem Geschoß beim Schleudervorgang regelrecht zerrissen wird. Bei anderen Schleudermechanismen — so auch bei Impatiens — weichen die fraglichen Zellen der Trennungsgewebe meist ohne Beschädigung der Membranen auseinander. Bei

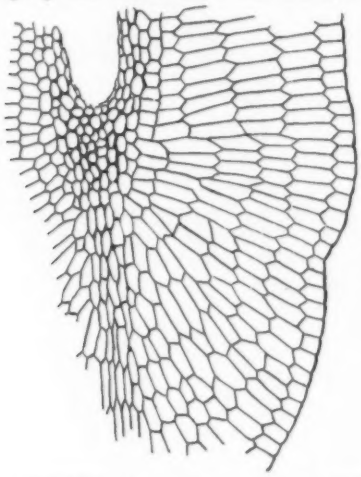

Fig. 3. Dorstenia Contrayerva. Unterer Teil der „Zange" im Längsschnitt.

Dorstenia gewinnt indessen die Zerreißung eine besondere Bedeutung, da der Inhalt der zerrissenen Zellen zur Schmierung der Gleitflächen zwischen Geschoß und Zange dient.

Oxalis und Biophytum.

Wieder das gleiche Bauprinzip, — Längsachse der Schwellzellen senkrecht zur Richtung der auszuführenden Bewegung, — finden wir beim Schleudermechanismus von Oxalis acetosella, unserem Sauerklee. Es handelt sich hier um den seltsamen Fall, daß der Mechanismus nicht an irgendwelche Teile der Fruchtwanderung geknüpft ist, sondern am Samen selber seinen Sitz hat: Ein Teil des Samens schleudert den anderen fort.

Die Frucht von Oxalis ist eine fünffächerige Kapsel; in jedem Fach liegen 1—3 Samen. Der innere Teil des Samens, der durch eine braune harte Schicht seinen Abschluß findet, wird von einer aus dem äußeren Integument hervorgehenden fleischigen Hülle umgeben (Fig. 4). Diese Hülle (man kann sie als Exotesta bezeichnen), spannt als stark turgescentes Schwellgewebe eine über der Epidermis liegende starke und ungemein elastische Außenhaut. Schließlich wird diese Membran so weit gedehnt, bis sie an einer Stelle geringsten Widerstandes gesprengt wird. In diesem Augenblick kommen die Spannungen zum Ausgleich, und unter starker Kontraktion der Außenhaut und Verlängerung der Innenseite der Exotesta stülpt sich die ganze fleischige Hülle mit Heftigkeit um, wobei also die Epidermis mit der Außenhaut nach innen zu liegen kommt. Die zurückschlagende Exotesta findet ein Widerlager an den Wandungen des Kapselfaches, und der harte Teil des Samens wird fortgeschleudert. Obgleich das Kapselfach meist erst in diesem Augenblick an einer vorgebildeten Trennungsstelle einen Riß bekommt, also regelrecht durchschossen oder durchschlagen

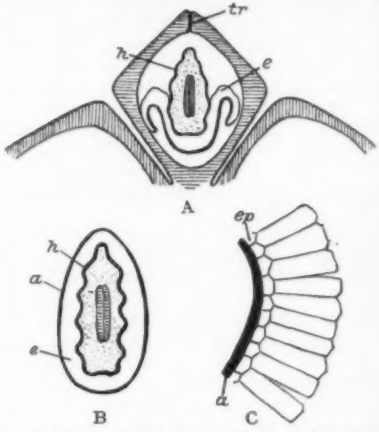

Fig. 4. A und B Oxalis acetosella. — A Teil eines Querschnitts durch die Kapsel; in einem Kapselfach ein Same mit zurückschlagender Exotesta. — B Same im Querschnitt. — C Biophylum somnulentum. Querschnitt durch die abgesprungene Exotesta. *h* = Hartschicht, *e* = Exotesta, *a* = Außenhaut, *ep* = Epidermis der Exotesta, *tr* = Trennungsgewebe.

wird, fliegt der Same immer noch 1—2 m weit fort. Die Schwellzellen der Exotesta haben wiederum ihren kleinsten Durchmesser in der Richtung der auszuführenden Bewegung, während der größte Durchmesser eine Senkrechte auf die als Widerlage dienende starke Außenhaut bildet.

Eng an Oxalis schließt sich die Oxalidacee *Biophytum*. Biophytum somnulentum zeigt sich als wahres Musterbeispiel für das Bauprinzip derartiger Mechanismen. Die Grundzüge sind die gleichen wie bei Oxalis, nur ist alles mit „einfacheren Mitteln" erreicht. Während bei Oxalis das Schwellgewebe aus mehreren Zellagen besteht, beschränkt es sich bei Biophytum auf eine einzige, über der die Epidermis mit der als Widerlage dienenden Außenmembran liegt (Fig. 4c). So lassen sich denn die behandelten Mechanismen in

eine Reihe einordnen, die hinsichtlich des Baues der beiden mechanisch wirksamen Gewebselemente — Schwellgewebe und Widerlage — mit komplizierteren Verhältnissen beginnt und mit denkbar einfachsten endet.

Dorstenia. Schwellgewebe vielzellig und mehrschichtig. Die Widerlage, das Geschoß selber, ist starr und wird nicht gespannt; insofern fällt dieser erste Typ aus dem Rahmen der übrigen heraus.

Impatiens. Ein mehrschichtiges Schwellgewebe spannt elastisch eine vielzellige, mehrschichtige Widerlage.

Lathraea Clandestina. Bei diesem von HEINRICHER untersuchten Mechanismus, dessen nähere Besprechung hier unterbleiben mag, lehnen sich die Verhältnisse in mechanischer Hinsicht eng an Impatiens an.

Oxalis. Schwellgewebe mehrschichtig, die elastisch gespannte Widerlage dagegen weitgehend vereinfacht, da sie nur aus einer einzigen Membran besteht.

Biophytum. Schwellgewebe aus nur *einer* Zellschicht, Widerlage aus nur *einer* Membran bestehend. ***Dieser Typus repräsentiert die einfachste Konstruktion, bei der um so klarer und instruktiver das allen bisher angeführten Fällen gemeinsame mechanische Bauprinzip zutage tritt.***

Cardamine.

Als interessante Modifizierung des im Vorhergehenden dargelegten Prinzipes, nach dem bei *Volumenkonstanz* der in Frage kommenden Zellen lediglich durch *Gestaltsveränderungen* Schnellbewegungen bewirkt werden, steht den oben besprochenen Fällen der bisher wenig beachtete Schleudermechanismus von Cardamine (Schaumkraut) gegenüber. Bisher waren *Druckkräfte* maßgebend, die bei der Abrundungstendenz der Schwellzellen durch das Verlängerungsbestreben des kleinsten Durchmessers erzielt werden. Bei Cardamine und der verwandtschaftlich sehr nahe stehenden *Dentaria* (Zahnwurz) dagegen werden die *Zugkräfte* dem Mechanismus nutzbar gemacht, die durch die Verkürzung des größten Durchmessers der Schwellzellen entstehen.

Als Beispiel sei *Cardamine impatiens* betrachtet. Beim Schleudervorgang lösen sich an der Schote die beiden Klappen von der stehenbleibenden Scheidewand ab und rollen sich, ähnlich wie bei Impatiens, mit großer Heftigkeit uhrfederartig ein (Fig. 5). Während aber bei Impatiens die Einrollung nach innen erfolgt, geht sie bei Cardamine nach außen, so daß die inneren Flanken der Klappen auf die Konvexseite zu liegen kommen. Die Samen werden bei der heftigen Einrollungsbewegung mitgerissen und fortgeschleudert. Die Leistungsfähigkeit der Schleudereinrichtung ist erstaunlich und übertrifft bezüglich der Schußweite erheblich die von Impatiens parviflora. Das zeigte am anschaulichsten eine eingetopfte Pflanze von Cardamine impatiens, die in einem großen Zimmer auf dem Fußboden aufgestellt war. Nach Ablauf von 36 Stunden war eine kreisförmige Fläche von 5 m Durchmesser mit etwa 200 ausgeschleuderten Samen in ziemlich gleichmäßiger Verteilung bedeckt.

Die Anatomie der Fruchtklappen erinnert im ersten Augenblick an die von Impatiens (vgl. Fig. 1 a und 5 b): Auf der Außenseite ein Schwellgewebe, auf der inneren Flanke eine als Widerlage dienende Faserschicht, der sich dann freilich noch eine Zellage von sehr kleinen dünnwandigen Elementen anfügt. Aber die *Anordnung* der Schwellzellen ist eine andere; sie sind hier nicht senkrecht

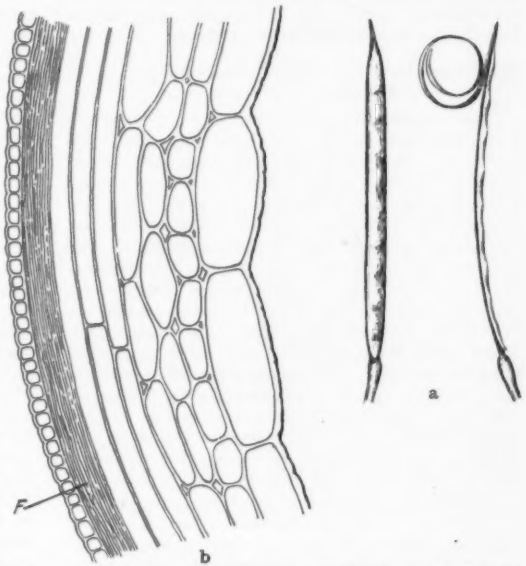

Fig. 5. Cardamine impatiens. — a) Schote. — b) Fruchtklappe im Längsschnitt. *F* = Faserschicht.

auf die Widerlage gestreckt, sondern verlaufen ihr parallel. Infolgedessen ist auch die Wirkungsweise des Schwellgewebes eine ganz andere als bei Impatiens. Wenn die Zellen beim Schleudervorgang unter dem Einfluß des Turgordruckes ihrem Abrundungsbestreben Folge leisten und ihren größten Durchmesser verkürzen, wird dadurch eine *Zugkraft* in Längsrichtung der Klappe entwickelt. Die Schleuderbewegung kommt hier also durch ein *Verkürzungsbestreben der Konkavseite* zustande, ganz im Gegensatz zu den bisher besprochenen Mechanismen, bei denen es sich stets um ein Verlängerungsbestreben der Konvexseite handelt. Diese seltsame Sonderstellung von Cardamine ist von einem früheren Untersucher (HILDEBRAND) übersehen worden; er wollte die Mechanik auch hier auf eine Druckkraft auf der

Konvexseite zurückführen und glaubte, daß für die Einrollung ein Verlängerungsbestreben der zarten innersten Zellschicht verantwortlich zu machen sei. Es zeigt sich aber, daß man diese kleinzellige schmale Schicht durch Schaben mit dem Messer oder mit Schmirgelpapier zerstören kann, ohne daß dadurch die Einrollungstendenz der Klappe im mindesten verringert wird.

Bemerkenswert ist hier auch die Beschaffenheit der Widerlage, worauf GUTTENBERG hinweist. Bei Impatiens und anderen Fällen erfordert die Mechanik ein Gewebe, das in Zugspannung versetzt wird und später durch seine elastische Kontraktion den Schleudervorgang unterstützt. So findet sich dort ein unverholztes Kollenchym. Bei Cardamine dagegen kommt eine Beanspruchung durch Druckkräfte in Frage. Die Zellen entsprechen druckfesten Leisten und sind verholzt.

Die Membranen der Schwellzellen und osmotische Verhältnisse im Schwellgewebe.

Die eigentümlichen mechanischen Leistungen von Zellen und Geweben der genannten Mechanismen, ihre Beweglichkeit und ihre plötzlichen Gestaltsveränderungen, setzen ganz bestimmte Eigenschaften der Zellwände voraus. Das sind weitgehende Dehnbarkeit und Elastizität. Und tatsächlich wurden hier Dehnungen durch den Turgordruck festgestellt, die zu den größten gehören, die überhaupt an pflanzlichen Membranen gemessen wurden. Die elastisch gedehnte und als Widerlage dienende Außenhaut am Samen von *Oxalis acetosella* kontrahiert sich beim Schleudervorgang um 35%. Bei *Impatiens parviflora* wurden die Umfänge von Schwellgewebszellen gemessen, und zwar einmal im Zustand maximaler Turgordehnung (Zellen in Wasser liegend), und einmal im entspannten Zustand (in einer plasmolysierenden Zuckerlösung). Es ergaben sich dabei Verkürzungen der Membranen um etwa 24% und bei neuerlichen Versuchen in verschiedenen Fällen sogar um rund 50%.

Auch für *Dorstenia Contrayerva* liegen entsprechende Messungen vor, die in ihren Werten zwar nicht an diese erstaunlich hohen Zahlen heranreichen, aber doch die große Dehnbarkeit der fraglichen Membranen dartun.

Neuerdings hat ZIEGENSPECK den Membranen der Turgescenz-Schleudermechanismen eine Untersuchung zuteil werden lassen, nach der er die große Dehnbarkeit in vielen Fällen einer amyloidischen Natur der Zellwände zuschreibt. Das Amyloid, kenntlich durch eine Bläuung bei Jodbehandlung, stellt nach ihm ein Zwischenprodukt des Membranaufbaues auf dem Wege zur Cellulose dar, das, in physikalischer Hinsicht durch besondere Dehnbarkeit ausgezeichnet, gewöhnlich nur für einen frühen Jugendzustand der Zellhaut charakteristisch ist und später verschwindet. In besonderen Fällen, wie im vorliegenden, wird es indessen beibehalten, da die Funktion der Membranen auch weiterhin eine große Dehnbarkeit erfordert.

Schließlich sei noch auf einige Umstände hinsichtlich der osmotischen Zustände im Schwellgewebe hingewiesen, die von besonderem Interesse sind, da ja der von ihnen abhängige Turgordruck das eigentlich treibende, das „Pulver" der geschilderten Mechanismen ist. Die Schwellzellen von *Oxalis* führen im Inhalt eine erhebliche Menge von Stärke. Der osmotische Wert der Zellen im Zustand der Grenzplasmolyse entspricht 10% Rohrzucker. *So* liegen die Verhältnisse einige Stunden vor Inkrafttreten des Schleudermechanismus; bei Samen aber, die unmittelbar vor der Ausschleuderung stehen, findet sich keinerlei Stärke mehr vor, dafür aber ein höherer osmotischer Wert von 16% Rohrzucker. Und während ferner der Zuckernachweis mit FEHLINGscher Lösung in den Zellen vorher negativ verläuft, fällt er in den *völlig* reifen Samen positiv aus und ergibt eine Anreicherung von Zucker. Es findet also in den letzten Stunden vor der Ausschleuderung durch Verzuckerung der vorhandenen Stärke eine beträchtliche Steigerung des osmotischen Wertes statt. Obgleich die vorgenommenen Messungen nicht gleichbedeutend mit einer Bestimmung des Turgordruckes selber sind, wird man in diesem Fall kaum fehlgehen, wenn man mit dem Anwachsen des osmotischen Wertes auch eine Steigerung des für den Mechanismus bedeutsamen Turgordruckes annimmt, und es liegt nahe, in diesem Zusammenhang, in der plötzlichen Verzuckerung der Stärke den Auslösungsfaktor zu erblicken, der die Exotesta mit der Außenhaut am locus resistentiae minoris zum Platzen bringt und den Mechanismus in Tätigkeit setzt.

Ganz entsprechende Ergebnisse liegen für *Impatiens parviflora* vor; auch hier wird die vor der Ausschleuderung vorhandene Stärke hydrolysiert und der osmotische Wert im Schwellgewebe von 20% auf 26% Rohrzucker gesteigert. Da HEINRICHER für Lathraea Clandestina ebenfalls ein reichliches Vorhandensein von Stärke *vor* der Reife und ein späteres Verschwinden derselben erwähnt, scheinen auch in diesem Falle ähnliche Verhältnisse vorzuliegen.

In der vorliegenden Darstellung wurde vor allem die *Einheitlichkeit* gewisser mechanischer Grundprinzipien innerhalb einer Reihe von morphologisch und habituell weitgehend verschiedenen Mechanismen betont. Darüber hinaus kann noch hinzugefügt werden, daß das Bauprinzip: *„Längsachse der Schwellzellen senkrecht zur Richtung der auszuführenden Bewegung"* nicht nur bei Schleudermechanismen, sondern auch bei einer großen Zahl von andersartigen lebenden Bewegungsgeweben zur Anwendung kommt, und zwar bei langsam arbeitenden Geweben, wie etwa in Blattgelenken. Darauf weist neuerdings GUTTENBERG hin. Anderseits aber gibt es unter den Turgescenz-Schleuderern auch einige Fälle, die sich nicht in das oben entwickelte Schema einfügen. Sehr eigenartig liegen in dieser Hinsicht die Verhältnisse bei

der von GUTTENBERG untersuchten *Cyclanthera explodens*, einer Pflanze aus der Familie der Kürbisgewächse. Die asymmetrisch gebaute Frucht zeigt eine konvex gekrümmte, mit weichen Stacheln besetzte „Rückenseite" und eine im wesentlichen konkave „Bauchseite" (Fig. 6). Zur Zeit der Reife springt die Frucht derart auf, daß ein etwa 1 cm breiter Streifen der Rückenwand mit blitzartiger Geschwindigkeit von der Spitze beginnend nach außen umschlägt. Seine bis dahin konkave Innenflanke wird also konvex. Dieser zurückschlagende Streifen der Rückenwand reißt dabei aus dem Inneren der Frucht die Placenta samt den daran haftenden Samen heraus, und da die Placenta als ein Verlängerungsstück fest mit dem mechanisch wirksamen Streifen verbunden bleibt, wird sie im großen Bogen durch die Luft geführt, wobei die Samen fortgeworfen werden.

Die zum Schleudervorgang notwendigen Spannungen werden, wie in allen bisher besprochenen Fällen auch, durch das antagonistische Wirken eines Schwellgewebes und einer Widerlage erzeugt. Die Widerlage findet sich als ein Gewebe von langgestreckten kollenchymatischen Zellen auf der Außenflanke der mechanisch wirksamen Rückenwand; auf der Innenflanke wirkt das in Druckspannung befindliche Schwellgewebe. Die eigentümliche Sonderstellung des Mechanismus von Cyclanthera beruht nun darauf, daß die Schwellzellen nicht ihre kleinste, sondern ihre größte Achse in Richtung der auszuführenden Bewegung haben. Sie liegen gestreckt in der Längsrichtung der zurückschlagenden Fruchtwand und besitzen zahlreiche Einschnürungen, die als ringförmige Wülste nach innen einspringen, so daß zwischen benachbarten Zellen allseitig eine Menge von Intercellularräumen zustande kommen (Fig. 6 A). Das einfache Abrundungsprinzip kann hier also nicht zutreffen, jedenfalls müssen die Zellen bei der Schleuderbewegung ihren größten Durchmesser noch verlängern. Um das zu erreichen, wirken offenbar verschiedene Momente zusammen. Zunächst werden beim Freiwerden der Spannungen die einspringenden Falten der Membran nach außen gedrückt und die ganze Zelle, ähnlich einem Harmonikabalg, ausgezogen. Doch läuft dieser Prozeß, wie GUTTENBERG neuerdings noch einmal betont, nicht nur auf eine Gestaltsveränderung, sondern auch auf eine *Volumenzunahme* hinaus. Die Volumenvergrößerung der Schwellzellen beim Schleudervorgang mußten wir bei den Mechanismen von Impatiens, Dorstenia, Oxalis, Biophytum und Cardamine entschieden ablehnen. Wo sollte dort auch so plötzlich das Wasser herkommen, das zur Volumenvergrößerung notwendig wäre? Bei Cyclanthera liegen nun tatsächlich die Verhältnisse anders. Es handelt sich hier im Gegensatz zu den genannten Mechanismen um ein an Intercellularräumen reiches Schwellgewebe, und diese Zellzwischenräume sind nach GUTTENBERG mit einer Flüssigkeit erfüllt. Auf diese Weise steht den Zellen in unmittelbarer Nähe Wasser zur Verfügung, das aufgenommen werden kann und eine rascheste Volumenzunahme ermöglicht. Wichtig ist dann ferner, daß die Membranen in der Längsrichtung offenbar eine erheblich größere Dehnbarkeit besitzen als in der Querrichtung.

Im Hinblick auf den interessanten Mechanismus von *Ecballium*, einer anderen Pflanze aus der Familie der Kürbisgewächse, seien zum Vergleich gestreift die Verhältnisse bei Sporen oder Sporangien abschleudernden Pilzen. Bei den fraglichen Pilzen werden die notwendigen Spannungen nur in

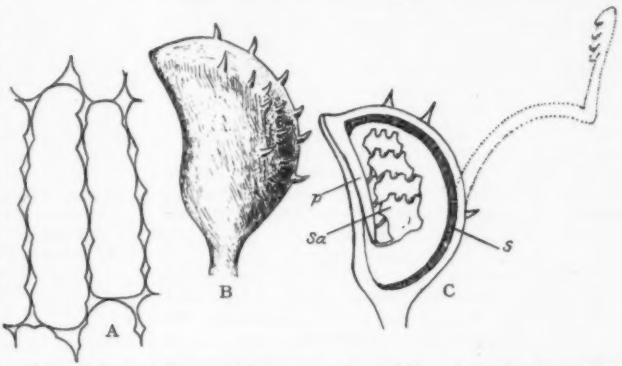

Fig. 6. Cyclanthera explodens. — A 2 Zellen des Schwellgewebes aus einem Längsschnitt durch die noch nicht gesprungene Frucht (nach GUTTENBERG). — B Frucht. — C Dieselbe im Längsschnitt. *s* = Schwellgewebe, *p* = Placenta, *Sa* = Samen. Die Öffnungsweise ist durch die punktierte Linie angedeutet.

einer einzigen Zelle erzeugt. So ragt bei dem auf Pferdemist wachsenden *Pilobolus cristallinus* eine Trägerzelle mit einer Hervorwölbung in das ihr aufsitzende Sporangium hinein (Fig. 7 A). Die Membran der Trägerzelle wird unter bauchiger Anschwellung durch den Turgordruck in eine erhebliche Spannung versetzt; schließlich platzt die Wandung an einer ringförmigen Rißstelle dicht unterhalb des Sporangiums auf, die stark gedehnte Membran kontrahiert sich elastisch und der ganze Inhalt der Trägerzelle wird mit Vehemenz unter das Sporangium gespritzt, das bis zu 1 m hoch in die Luft gefeuert wird. In anderen Fällen befindet sich das Geschoß nicht *über* der Schwellzelle liegend, sondern in derselben. Es sei *Ascobolus* betrachtet (Fig. 7 B). In den Sporenschläuchen (Asci) liegen 8 Sporen, und wenn ein Sporenschlauch reift, erfährt er, wie die Trägerzelle von Pilobolus, eine ganz bedeutende Turgordehnung. Dieser Dehnung hält eine bestimmte Wandstelle an der Spitze des Schlauches schließlich nicht mehr Stand, der

Schlauch platzt, kontrahiert sich und spritzt seinen ganzen unter Druck stehenden Inhalt samt den Sporen in die Luft.

Im Prinzip den gleichen Mechanismus, den der Sporen schleudernde Ascus mit einer einzigen Zelle darstellt, wiederholt mit vielzelligen Geweben unter den höheren Pflanzen *Ecballium Elaterium*, die eingehend von GUTTENBERG untersuchte Spritzgurke (Fig. 7 C). Im Inneren der Frucht liegt

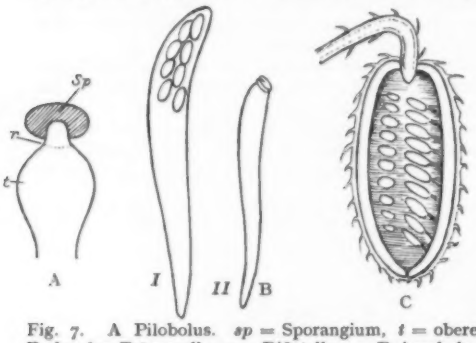

Fig. 7. A Pilobolus. *sp* = Sporangium, *t* = oberes Ende der Trägerzelle, *r* = Rißstelle. — B Ascobolus. Reifer Ascus, *I* vor, *II* nach der Ausschleuderung der Sporen. (Nach DE BARY.) — C Ecballium Elaterium. Frucht im Längsschnitt. (Nach JOST, Pflanzenphysiologie.)

außer den Samen ein zartwandiges und saftreiches Parenchymgewebe, und dieses spannt durch einen hohen Turgordruck die sehr derbe Wandung der Frucht. Der Rißstelle an der Spitze eines Ascus entspricht die Ansatzstelle des Fruchtstieles; der Stiel ist hier pfropfenartig eingefügt und schließt zunächst die Frucht mit ihrem unter hohem Druck stehenden Inhalt ab wie der Kork die Sektflasche. Zur Zeit der Reife lockert sich dann das Trennungsgewebe zwischen Stiel und Fruchtwandung, der Stiel gibt dem Druck nach und fliegt heraus. Die herrschenden Spannungen kommen zum Ausgleich, die Fruchtwandung kontrahiert sich, das saftreiche, zartwandige Parenchymgewebe des Inneren zerreißt und wird zum Teil als schleimige Masse zusammen mit einer Schrotladung von zahlreichen Samen prasselnd herausgeschossen. Daß die Schußweiten 10 m betragen, ist eine häufige Erscheinung.

Literatur.

(Nur die wichtigsten Arbeiten sind angeführt.)

H. v. GUTTENBERG, Über den Schleudermechanismus der Früchte von *Cyclanthera explodens*. Sitzungsber. d. Akad. Wien, Mathem.-naturw. Kl. **119**. 1910.

H. v. GUTTENBERG, Zur Kenntnis des Spritzmechanismus von *Ecballium Elaterium*. Ber. d. Dtsch. bot. Ges. **33**. 1915.

H. v. GUTTENBERG, Zur Kenntnis lebender Bewegungsmechanismen. Planta, Arch. f. wiss. Bot. **1**. 1926.

E. HEINRICHER, Studien an der Gattung *Lathraea*. Sitzungsber. d. Akad. Wien, Mathem.-naturw. Kl. I, **101**. 1892.

HILDEBRAND, Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus. Jahrb. f. wiss. Botanik **9**. 1873/74.

F. OVERBECK, Zur Kenntnis des Mechanismus der Samenausschleuderung von *Oxalis*. Jahrb. f. wiss. Botanik **62**. 1923.

F. OVERBECK, Studien an den Turgescenz-Schleudermechanismen von *Doratenia Contrayerva* und *Impatiens parviflora*. Jahrb. f. wiss. Botanik **63**. 1924.

F. OVERBECK, Über den Mechanismus der Samenausschleuderung von *Cardamine impatiens L.* Ber. d. Dtsch. botan. Ges. **43**. 1925.

H. ZIEGENSPECK, Über Zwischenprodukte des Aufbaus von Kohlenhydratzellwänden und deren mechanische Eigenschaften. Botan. Arch. **9**, H. 5/6. 1925.

Über den giftigen Honig des pontischen Kleinasien.

Von K. KRAUSE, Berlin-Dahlem.

Giftiger Honig war im nördlichen Kleinasien bereits im Altertum bekannt, und schon XENOPHON erwähnt in seiner „Anabasis" die schädlichen Wirkungen, die der Genuß des pontischen Honigs auf seine Krieger ausübte. Auch bei anderen klassischen Schriftstellern, wie ARISTOTELES und DIOSCORIDES, finden wir ähnliche Angaben; ebenso sagt PLINIUS (XXI, 23, 45) von dem im nördlichen Kleinasien lebenden Volke der Sanner: „Aliud genus in eodem Ponti situ, gente Sannorum, mellis quod ab insania quam gignit maenomenon vocant", und STRABO, der im pontischen Kleinasien, in Amasia, geboren war und lange Zeit in Samsun lebte, schreibt in einer Schilderung seiner Heimat (Kap. III, § 18): „Die Heptakometen erschlugen einst drei das Gebirge durchziehende Heerscharen des POMPEJUS, indem sie an den Wegen Schalen mit betäubendem Honig aufstellten, welchen die Zweigspitzen der Bäume lieferten". Auch heute noch ist giftiger Honig im nördlichen Kleinasien allgemein bekannt; und da ich von Mai bis Juli 1926, gemeinsam mit dem Berliner Entomologen Dr. H. BISCHOFF, Teile dieses Gebietes, besonders in dem Hinterland von Trapezunt, Kerasund und Samsun, bereisen konnte, möchte ich im folgenden über einige Beobachtungen, die ich bei dieser Gelegenheit über den giftigen Honig anstellen konnte, berichten.

Die Wirkung, die der giftige Honig auf den Menschen ausübt, ist noch heute so, wie sie schon im Altertum beschrieben wurde, und wenn XENOPHON von ihm sagt, daß er bei seinen Leuten Betäubung, Unwohlsein, Übelkeit und Erbrechen hervorrief, so trifft dies auch jetzt noch zu. Unter Umständen kann dieses Unwohlsein sogar zu völliger Bewußtlosigkeit führen, wie mir selbst von einem türkischen Arzt, der die Giftwirkung am eigenen Leibe und auch sonst mehrfach beobachtet hatte, bestätigt wurde. Allerdings dauert diese Ohnmacht meist nicht lange, aber auch

nach ihrem Verschwinden bleibt noch für einige Zeit eine gewisse Übelkeit zurück, man fühlt sich benommen, fast als wenn man einen schweren Rausch gehabt hätte. Auch die türkische Bezeichnung für den giftigen Honig „Deli bal", gleich Tollhonig, nimmt auf diesen Rauschzustand Bezug. Jedenfalls ist es durchaus berechtigt, von einer Giftwirkung des pontischen Honigs zu sprechen, wenn auch diese Wirkung meines Wissens nach noch niemals in solcher Stärke beobachtet wurde, daß sie zum Tode führte. Äußerlich ist dem Tollhonig in Geruch und Farbe meist nichts anzumerken, sein Geschmack wird dagegen allgemein als mehr oder weniger bitter angegeben.

Zweifellos ist der schädliche Einfluß des giftigen Honigs bis zu einem gewissen Grade nicht nur abhängig von der Körperbeschaffenheit und Veranlagung des Betreffenden, der ihn genießt, sondern sicherlich ist auch sein Gehalt an giftig wirkenden Stoffen nicht immer der gleiche. Er ändert sich nicht nur nach der Gegend, sondern anscheinend auch nach der Jahreszeit, wenigstens hört man bisweilen von den Landesbewohnern, daß der Honig zu bestimmten Zeiten gegessen wird, zu anderen aber ungenießbar ist. Gelegentlich ist die Giftwirkung auch so gering, daß man den Honig trotzdem verwendet; man ißt ihn, ohne sich durch die leichte Benommenheit, die hinterher auftritt, stören zu lassen, und besonders die ärmere Bevölkerung mancher entlegenen Gebirgsgegenden erweist sich auch hier als erstaunlich anspruchslos. Anscheinend kann das Gift durch Hitze vertrieben oder doch gemildert werden; wenigstens wurde uns als Mittel, den Tollhonig genießbar zu machen, starkes Erwärmen oder sogar Aufkochen angegeben. Immerhin ist es auffällig, daß dieses Verfahren nicht überall angewendet wird; vielleicht hat es nur bei sehr schwachem Giftgehalt Erfolg; denn daß es, wenn es wirklich stets Nutzen brächte, noch nicht überall bekannt und gebraucht würde, kann man kaum annehmen.

Das Gebiet, in dem giftiger Honig vorkommt, ist ziemlich groß. Im nördlichen Kleinasien kennt man ihn besonders in den küstennahen Gegenden fast überall, und zwar nicht nur aus dem eigentlichen Pontus, aus dem er schon im Altertum erwähnt wird, sondern auch aus dem Nordwesten Kleinasiens, aus dem alten Paphlagonien und dem angrenzenden Bithynien. Selbst noch auf der europäischen Seite des Bosporus ist giftiger Honig festgestellt worden. In dem Strandjagebirge, das sich vom Bosporus in nordwestlicher Richtung bis zur türkisch-bulgarischen Grenze erstreckt, ist er ebenso bekannt wie in Anatolien, und die Giftwirkung ist hier genau die gleiche wie im Osten.

Über die Ursachen, die die Giftigkeit des pontischen Honigs bedingen, war und ist man selbst heute noch verschiedener Ansicht. Da der Honig von Bienen bereitet wird, die den erforderlichen Nektar aus Blüten saugen, lag es nahe, den Grund bei den Blumen, die von den Bienen beflogen werden, zu suchen. Die Bienen selbst scheiden als Erreger aus, da es im wesentlichen die gleichen Arten sind, die auch anderswo Honig bereiten, ohne daß jemals irgend welche schädlichen Nebenwirkungen bekannt geworden sind. Es bleiben also nur die Pflanzen übrig; betreffs derer aber ist man zu recht merkwürdigen Meinungen gekommen. Selbst im pontischen Kleinasien ist sich die Bevölkerung durchaus nicht immer über den Ursprung des Tollhonigs klar. So wurde uns z. B. als Ursache der Blütenbesuch des in einzelnen Gegenden, besonders im Hinterlande von Samsun, viel kultivierten Tabaks angegeben, in anderen Fällen sollte das Gift aus den Blüten der in den pontischen Wäldern überaus häufigen und verbreiteten echten Kastanie, *Castanea sativa Mill.*, stammen. Beides kann nicht zutreffen; der Tabak kommt schon deshalb nicht in Betracht, weil er im Altertum, als der Gifthonig bereits längst bekannt war, noch gar nicht in der Alten Welt, die ihn erst nach der Entdeckung Amerikas kennen lernte, gebaut wurde. Überdies ist eines der wichtigsten Kulturgebiete des Tabaks, die Insel Cuba, auch zugleich eines der bedeutendsten Honigländer, ohne daß bisher dort auch nur ein einziger Fall von giftigem Honig beobachtet worden wäre. Auch die Edelkastanie scheidet aus; denn wenn ihr Blütenbesuch den Honig ungenießbar machte, müßte dies nicht nur im nördlichen Kleinasien, sondern auch sonst in ihrem weiten Verbreitungsgebiet festgestellt worden sein, was aber nicht der Fall ist. Ebensowenig ist die Giftigkeit des Honigs auf den Oleander zurückzuführen, wie es NEUMANN-PARTSCH (Physikalische Geographie, S. 396) und merkwürdigerweise auch VICTOR HEHN in seinem bekannten Werke „Kulturpflanzen und Haustiere" (7. Aufl., S. 412) annehmen. Der Oleander, der allerdings ziemlich stark giftig ist und deshalb auch schon im Altertum bekannt war, ist gerade in dem Verbreitungsgebiet des giftigen Honigs überaus selten, fehlt vielfach überhaupt vollständig, während es in den Gegenden, wo er häufig wächst, wie z. B. in dem westlichen und südlichen Kleinasien oder in Griechenland, wieder keinen Tollhonig gibt. Auch das Aufbewahren des Honigs in Gefäßen, die aus Buchsbaumholz angefertigt sind, kann nicht, wie bisweilen behauptet wurde, die Ursache seiner Giftigkeit sein. Buchsbaum ist zwar im pontischen Gebiet recht häufig, und nachweislich wurden Schalen und Kannen von ihm schon im Altertum gern als Honigbehälter verwendet, wozu sie das harte, widerstandsfähige Holz gut geeignet machte. Sicher nimmt der Honig dabei einen etwas scharfen, bitteren Geschmack an, aber giftig wird er so nicht, und man kann leicht nachweisen, daß die Giftwirkung völlig unabhängig von dem Aufbewahren in Buchsbaumholz ist.

Die schädlichen Eigenschaften des pontischen Honigs sind vielmehr zweifellos einzig und allein den beiden im ganzen nördlichen Kleinasien vorkommen-

den Alpenrosen, dem gelbblühenden *Rhododendron flavum Don* und dem violettblühenden *Rhododendron ponticum L.*, zuzuschreiben. Beide Arten finden sich im Unterholz der Wälder oder in Gebüschen von der Küste an bis hoch hinauf ins Gebirge. Noch nahe der Waldgrenze bilden sie, wie ich z. B. bei Kulakaja oberhalb Kerasund in einer Höhe von 16—1800 m ü. M. feststellen konnte, große, ausgedehnte Bestände und bedecken weite Flächen. Ihre Blüten strömen einen ziemlich starken Geruch aus, und wenn man zur Blütezeit durch die über und über mit Blumen bedeckten, ganze Hänge überziehenden Gebüsche hindurchgeht, wird man, wie ich mich selbst überzeugen konnte, fast betäubt von dem starken Duft. Auch die krautigen Teile beider Pflanzen enthalten Giftstoffe und werden deshalb ängstlich von dem weidenden Vieh gemieden. Meist weiß auch die heimische Bevölkerung, daß die beiden Arten als Ursache des giftigen Honigs anzusehen sind, und zwar wird das gelbblühende, am stärksten duftende *Rhododendron flavum Don* für besonders schädlich gehalten, und der von ihm stammende Honig soll unangenehmere Wirkung haben als der von *Rh. ponticum L.* Übrigens stimmt auch das Verbreitungsgebiet der beiden pontischen Alpenrosen fast völlig mit dem des Tollhonigs überein; vor allem kommt *Rhododendron flavum* auch auf der europäischen Seite des Bosporus, im Belgrader Wald nördlich von Konstantinopel und im angrenzenden Strandjagebirge häufig vor und, wie schon erwähnt, ist auch giftiger Honig in dieser Gegend wohlbekannt.

Interessant ist es, daß auch schon von alten Schriftstellern die pontischen Alpenrosen als Erreger des Tollhonigs angegeben werden. Bereits PLINIUS nennt den *Rhododendron* als solchen, und wenn späteren Autoren Irrtümer unterlaufen sind, so hängt dies z. T. damit zusammen, daß im Altertum unter „*Rhododendron*" fast immer der Oleander, *Nerium oleander*, verstanden wurde. Auch die oben erwähnte Angabe VICTOR HEHNS ist so zu erklären. Immerhin ist es beachtenswert, daß man schon im Alterum die richtige Auffassung von der Entstehung des giftigen Honigs hatte und daß die spätere, bis in die jüngste Literatur zu verfolgende Verwirrung erst durch neuere Autoren geschaffen wurde. Leider weiß man noch nichts Genaueres über die chemische Natur des Giftstoffes; hoffentlich gelingt es, auch diese bald aufzuklären, nachdem über die pflanzlichen Erreger keine Zweifel mehr bestehen können.

Zuschriften.

Der Herausgeber hält sich für die Zuschriften nicht für verantwortlich.

Absorption und Resonanzstrahlung in der 6. Gruppe.

(Vorläufige Mitteilung.)

Auf Anregung von Herrn Prof. P. PRINGSHEIM habe ich die von STEUBING und DIESTELMEYER entdeckte Fluorescenz von Te, Se, S näher untersucht.

Bei monochromatischer Erregung lassen sich in den 3 Dämpfen Resonanzserien derselben Art erregen, wie sie WOOD in Jod und Natrium gefunden hat. Diese Serien sind mit guter Genauigkeit durch die Formeln wiedergegeben:

Te: $\nu = 22937 - 246{,}2\,\mu + 0{,}53\,\mu^2$
(Erregende Linie $\lambda = 4359$)

Se: $\nu = 24704 - 379\,\mu + 1{,}32\,\mu^2$
(Erregende Linie $\lambda = 4046$)

S: $\nu = 31937 - 714\,\mu + 2{,}94\,\mu^2$
(Erregende Linie $\lambda = 3131$)

Beide Konstanten der Seriendarstellung zeigen einen deutlichen Gang mit dem Atomgewicht, und zwar ist die erste, welche die Kernschwingungsfrequenz darstellt, diesem (besser der Ordnungszahl) in erster Annäherung umgekehrt proportional (Tabelle 1). Man muß berücksichtigen, daß der Anfang der Kernschwingungszählung nicht bekannt ist, und daher große Genauigkeit nicht zu verlangen ist.

Tabelle 1.

El.	a Ordn.-Zahl	b At.-Gew.	c Kernschw.-Frequenz	a × c	b × c
O . . .	8	16	1555	12440	24880
S . . .	16	32,1	714	11420	22920
Se . . .	34	79,2	379	12890	30020
Te . . .	52	127,5	246,2	12800	31390

(Der Wert für O_2 nach MECKE, Phys. Zeitschr. **26**, 217. 1925.)

Das Absorptionsspektrum und das Emissionsspektrum bei Erregung mit weißem Licht sind neu ausgemessen und die Bandenkanten in Serien angeordnet.

Die Auflösung der benutzten Spektrographen reichte in keinem Falle zur Analyse einzelner Banden; das folgende bezieht sich somit nur auf die Kantensysteme.

Die Spektren der 3 Dämpfe sind sehr ähnlich untereinander. Die Absorptionsspektren haben eine ausgesprochene kurzwellige Grenze, an welche sich kontinuierliche Absorption anschließt. Die letzte meßbare kurzwellige Bande ist in

Te: $26970\ \mathrm{cm}^{-1}$ $\lambda = 3708$
Se: $30830\ \mathrm{cm}^{-1}$ $\lambda = 3244$
S: $39180\ \mathrm{cm}^{-1}$ $\lambda = 2552$.

Es hat sich, entgegen früheren Behauptungen, gezeigt, daß das Aussehen der Spektren weitgehend unabhängig von Druck und Temperatur ist.

DIESTELMEYER hat gefunden, daß einzelne Absorptionsbanden auch in Emission auftreten; nach meinen Messungen stimmen beide Spektren im Gebiete, wo sie sich überschneiden, ziemlich genau überein. Das Absorptionsspektrum reicht weiter nach kürzeren Wellen, das Emissionsspektrum weiter nach rot zu.

Die Fluorescenz der 3 Dämpfe fängt an merklich zu werden bei Drucken von der Größenordnung 10^{-3} mm, ihre Intensität steigt dann schnell bis zu Drucken von der Größenordnung 1 mm. Bei noch höheren Drucken geht das Leuchten in Oberflächenfluorescenz über.

Bei niedrigen Drucken und Beleuchtung mit einem Hg-Bogen erregt in Tellur nur die Linie 4359 eine Resonanzserie, welche aus 34 positiven und 4 antistockschen Gliedern besteht.

Bei höheren Drucken, wenn die Absorption auch im grün genügend stark ist, fängt auch die Linie 5461 an, eine Resonanzserie zu erregen, welche aber aus 5 positiven und 10 intensiveren antistockschen Gliedern besteht. Die Tatsache, daß je langwelliger die erregende Linie, desto größer die Zahl der antistockschen Glieder ist, scheint mir auch durch Messungen von Wood[1]) in Jod und Dymond[2]) im Natrium bestätigt zu sein — eine Regelmäßigkeit, auf die merkwürdigerweise nicht hingewiesen wurde, obwohl sie theoretisch zu erwarten ist.

Auch die relative Intensität der antistockschen Linien hängt von der Lage der erregenden Linie ab; so sind im Selen bei Erregung mit $\lambda = 3655$ die antistockschen Linien schwächer, mit $\lambda = 4046$ gleichstark, mit $\lambda = 4359$ stärker als die positiven.

Das Auftreten neuer R-Serien bei Drucken, bei welchen andere R-Serien bereits weitgehend abgeschwächt sind, zeigt, daß die Druckzerstörung der Fluorescenz hauptsächlich durch Absorption des erregenden Lichtes in der Nähe der Eintrittsstelle bedingt ist.

Beimischung von He oder N_2 setzt die Fluorescenzhelligkeit auch nur sehr wenig herab, erst bei etwa $^1/_2$ Atm. wird die Schwächung beträchtlich. Eine Überführung des R-Spektrum in das vollständige Bandenspektrum tritt in Te selbst bei Zusatz von 600 mm He noch nicht ein.

Ich hoffe in der nächsten Zeit, diese Untersuchungen auf Elemente der 5. Gruppe auszudehnen. Bis jetzt habe ich nur in Arsen eine R-Serie aufgefunden, erregt von der Linie 2537. Die Kernschwingungsfrequenz ist ungefähr 400 cm^{-1}. Wenn man berücksichtigt, daß dem Stickstoff die Kernschwingungsfrequenz 1718 zugeschrieben wird, und daß Narayan (Proc. of the roy. soc. of London, Ser. A. **107**, 760. 1925) in Wismut Kantenserien mit dem Abstand ca. 170 cm^{-1} aufgefunden hat, so scheint auch in dieser Gruppe (ebenso wie auch im Jod) die umgekehrte Proportionalität zwischen Kernschwingungsfrequenz und Ordnungszahl zu bestehen (Tabelle 2).

Tabelle 2.

El.	a Ordn.-Zahl	b At.-Gew.	c Kernschw.-Gew.	a × c	b × c
N . . .	7	14	1718	12030	24050
As . . .	33	75	400	13200	30000
Bi . . .	83	209	170	14110	35530
J . . .	53	127	218	11550	27690

Berlin, Physikalisches Institut der Universität, den 21. September 1926. B. Rosen.

Ein Vorschlag zur Einführung eines kosmischen Zeitmaßes.

Zur Messung von Zeitdifferenzen resp. zur eindeutigen Bezeichnung irgendeines Zeitpunktes bedienen wir uns solcher Vorgänge, die mit konstanter Geschwindigkeit und gut beobachtbarer Periode ablaufen. Durch Zählen der zwischen zwei Zeitpunkten verflossenen Perioden und ihrer Bruchteile messen wir die Zeitdifferenzen, und nehmen wir den einen der Zeitpunkte zum Nullpunkte der Zählung, so ist damit in der an sich willkürlich angenommenen Zeitskala jeder Zeitpunkt eindeutig definiert. Das wichtigste und natürlichste Zeitmaß für uns ist die Umdrehung der Erde mit ihrem regelmäßigen Wechsel von Tag und Nacht.

[1]) Astrophys. Journ. **30**, 339. 1909.
[2]) Zeitschr. f. Physik **34**, 553. 1925.

In bekannter Weise unterteilen wir diese Umdrehung in 24 Stunden und diese wieder in Minuten und Sekunden, welche Unterteile wir wieder mit einem anderen periodischen Vorgange, der Schwingung eines Pendels, messen. Ein anderer periodischer Vorgang, der zur Messung größerer Zeitabschnitte geeignet ist, ist der Umlauf des Mondes um die Erde, eine Zeitrechnung, von der in unserem Kulturkreise nur noch die vom wahren Mondumlaufe längst losgelöste Einteilung in Wochen und Monate geblieben ist, und ferner der Umlauf der Erde um die Sonne, der als Jahr in der bürgerlichen Zeitrechnung unentbehrlich ist. In der Astronomie zählt man in vielen Fällen, da das Jahr nicht durch eine volle Zahl von Tagen auszudrücken ist, nur nach Tagen und deren Bruchteilen. Es ist dies die Rechnung nach der Julianischen Periode, eine Zeitrechnung, die mit dem Jahre 4712 vor Christi Geburt beginnt und die seitdem verflossenen Tage zählt. Mit Hilfe von Tafeln läßt sich leicht jeder beliebige Zeitpunkt in Julianischen Tagen ausdrücken. Zum Beispiel wird der Augenblick: 1882, Juli 20,6^h 7^m 13^s,26 pm Mittlere Zeit Greenwich in der Julianischen Periode eindeutig ausgedrückt durch die Zahl: 2408659,2550145. Bei Verwendung der Tageslänge als Zeitmaß ist selbstverständliche Voraussetzung, daß diese Tageslänge unveränderlich ist. Nun wissen wir schon seit längerer Zeit, daß diese Voraussetzung nicht streng erfüllt ist. Der Mond greift durch die von ihm erzeugte Flutwelle bremsend an die Erde an, so daß deren Umdrehungsgeschwindigkeit verringert wird, während gleichzeitig dem Monde die der Mondbewegung wegen der Erdumdrehung und der Trägheit des bewegten Wassers vorlaufenden Flutberge Bewegungsenergie zuführen, wodurch dessen Abstand von der Erde und damit seine Umlaufszeit vergrößert wird.

Die Änderung der Umdrehungszeit der Erde durch diese Flutreibung ist jedoch so gering, daß sie in historischer Zeit nicht wahrnehmbar ist. Und doch scheint gerade die Flutreibung die Länge des Tages ungeeignet zu machen, als Standardmaß der Zeit zu dienen. Die Flutreibung greift die Erde im wesentlichen in ihrer Oberfläche an. Da die Erde wahrscheinlich aus einem festen Kerne und einem von diesem durch eine dickflüssige Schicht getrennten Steinmantel besteht, wird in erster Linie dieser Steinmantel, von dem aus wir beobachten, gebremst. Er wird hinter der Drehung der Hauptmasse der Erde, des Erdkernes, von Westen nach Osten stets ein wenig zurückbleiben. Relativ zum Erdkerne besitzt der Mantel also eine Drift nach Westen. Eine solche Drift würde die Tageslänge in keiner Weise ungeeignet dazu machen, als zuverlässiges Zeitmaß zu dienen, wenn diese Drift konstant wäre. Dies scheint jedoch nicht der Fall zu sein. Astronomische Beobachtungen (vgl. Naturwissenschaften 1926, H. 12) machen es äußerst wahrscheinlich, daß die Länge des Tages unregelmäßig schwankt um eine mittlere Größe. Diese Unregelmäßigkeit der Tageslänge war es, die mir den Gedanken der Westdrift des Erdmantels und der Veränderlichkeit der Reibung zwischen Mantel und Kern nahelegte, da mir dies die einzig mögliche Erklärung der Erscheinung zu sein scheint.

Ist aber die Länge des Tages nicht unbedingt konstant, und daran kann man wohl nicht mehr zweifeln, so müssen wir für viele Zwecke die bisherige Zählweise aufgeben. Wir müssen eine „kosmische" oder „mittlere Julianische Zeit" einführen, die dann vielleicht auch den Tag als Zeitmaß besitzt, aber nicht den an der beobachteten Umdrehung der Erde gemessenen Tag, sondern einen an kosmischen Vorgängen gemessenen, dessen Länge dem Mittel aus allen beobachteten Erd-

umdrehungen mehrerer Jahrhunderte gleich ist. Um diese kosmische Tageslänge schwankt die beobachtete Tageslänge unregelmäßig hin und her. Wie groß die Abweichungen zwischen gewöhnlicher und kosmischer Zeitrechnung werden können, zeigen folgende Zahlen: Im Jahre 1900 war die gewöhnliche Zeit der kosmischen um 12 sec. voraus, 1925 hinter ihr um 25 sec. zurück.

Sind diese Werte auch noch nicht mit äußerster Genauigkeit bestimmt, so sind sie doch nach Vorzeichen und Größenordnung als gesichert zu betrachten. Beobachtet man in einem Jahre, in welchem die gewöhnliche Zeit um 2 sec. pro Jahr hinter der kosmischen zurückbleibt, einen Vorgang, in welchem $^1/_{10}$ Zeitsekunde eine merkbare Rolle spielt, und läuft in den nächsten Jahren die gewöhnliche Zeit der kosmischen um 2 sec. pro Jahr voraus, so weichen die aus den vergangenen Beobachtungen vorausberechneten Erscheinungen jenes Vorganges nach einem Jahre eventuell bereits um 4 sec., nach 2 Jahren um 8 sec. von den nach der gewöhnlichen Zeit beobachteten Erscheinungen ab. Man sieht hieraus, daß sich mathematisch der Ablauf des Vorganges gar nicht eindeutig beschreiben läßt, wenn man nicht alle Beobachtungen auf die kosmische oder mittlere Julianische Zeit bezieht.

Die Beobachtung dieser kosmischen Zeit stößt auf die größten Schwierigkeiten. Wir kennen bisher keinen regelmäßigen periodischen Vorgang, der sich annähernd so sicher beobachten und daher als Zeitmaß benutzen läßt wie die Umdrehung der Erde. Am geeignetsten erscheint noch die Bewegung des Mondes, doch ist einerseits diese beeinflußt von vielen Störungen, deren Faktoren noch mit Unsicherheiten behaftet sind, andererseits ist die Beobachtung des Mondes, sei es am Meridiankreise, sei es durch Sternbedeckungen, weit unsicherer als die Beobachtung der Erddrehung an Sternen. Selbst bei fehlerfreier Mondtheorie würde sich die Abweichung zwischen gewöhnlicher und mittlerer Julianischer Zeit mit einiger Sicherheit nur aus einer größeren Zahl von Beobachtungen ableiten lassen, das Resultat käme also stets post festum, möglicherweise um 1 Jahr. Dazu ist die Mondtheorie selbst noch mit Fehlern behaftet, zumal sie sich auf Beobachtungen stützt, die in gewöhnlicher Julianischer Zeit gegeben sind. Diese Theorie müßte daher zunächst neu bearbeitet werden. Neben dem Mondumlaufe kämen als Zeitmaß die Umläufe der Jupitermonde als rasch ablaufende und durch die Verfinsterungen gut beobachtbare periodische Erscheinungen in Frage. Hier bietet die Theorie, vor allem die gegenseitigen Störungen, noch Schwierigkeiten. Andere kosmische Vorgänge, z. B. die Umläufe der inneren Planeten und der Erde, lassen zwar auch den Unterschied zwischen gewöhnlicher und kosmischer Zeit erkennen, zu einer genauen Bestimmung dieses Unterschiedes reicht jedoch bei diesen langsamen Bewegungen die Beobachtungsgenauigkeit nicht aus.

Trotz dieser Schwierigkeiten braucht man vor der Einführung einer kosmischen Zeitrechnung nicht zurückzuschrecken. Legt man der neuen Zeitrechnung z. B. die beste zur Zeit mögliche Mondtheorie zugrunde, so wird diese für lange Zeit gestatten, die Differenz zwischen gewöhnlicher und mittlerer Julianischer Zeit soweit abzuleiten, daß andere kosmische Vorgänge sich wesentlich besser mathematisch darstellen lassen, als dies jetzt der Fall ist. Bei definitiven Bahnbestimmungen berücksichtigt man schon längst Größen, die weit geringer sind als die, welche durch Nichtberücksichtigung der Schwankungen im Zeitmaß in das Resultat hineingebracht werden. Eine Vernachlässigung dieser Schwankungen ist daher nicht gut angängig, sobald sie erst einmal erkannt sind. Ergibt sich im Laufe der Zeit, daß die zugrunde gelegte Mondtheorie einer Verbesserung bedarf, so ist die nachträgliche Anbringung der aus dieser Verbesserung sich ergebenden Korrektionen an die bisher benutzten Differenzen: kosmische minus gewöhnliche Zeit leicht ausgeführt.

Die Ableitung der Korrektionen der gewöhnlichen Zeit auf kosmische wird man am besten einer Zentralstelle überlassen, die, falls z. B. die Mondbewegung als Standardmaß gewählt worden ist, alle Mondbeobachtungen sammeln und aus ihnen möglichst schnell die Korrektionen zum allgemeinen Gebrauche ableiten würde. Die beobachtende Astronomie wird bezüglich der Mondbeobachtungen und die theoretische Astronomie bezüglich der Mondtheorie durch die aufgeworfenen Fragen vielleicht einen neuen Impuls empfangen.

Göttingen, den 25. September 1926.

B. Meyermann.

Röntgenographische Versuche zum Duraluminproblem.

In den letzten Jahren ist wiederholt versucht worden, mit Hilfe röntgenographischer Methoden die Vorgänge bei der Vergütung des Duralumins zu verfolgen[1]). Während Sielakow fand, daß im abgeschreckten Material die Gitterkonstante des Al eine geringe Verkleinerung erfährt und sich im Verlauf der Alterung wieder dem für Reinaluminium gültigen Wert nähert (was auf eine Ausscheidung schließen läßt), finden Sachs, Schiebold und Anderson keinerlei Unterschiede im Röntgenogramm abgeschreckten, veredelten und geglühten Duralumins. Lange deutet seine Beobachtungen ebenfalls im Sinne der Ausscheidungstheorie. Das Auftreten von Linien, die den Verbindungen Mg_2Si und $CuAl_2$, welche für den Veredelungsvorgang verantwortlich gemacht werden, zugehören, ist indes unseres Wissens bisher nicht beobachtet worden, und wir möchten daher einige eigene diesbezügliche Beobachtungen kurz mitteilen.

1. Im ausgeglühten Duralumin (681a) sind neben den (starken) Linien des Al auch deutlich die beiden stärksten Linien von $CuAl_2$ (nämlich die jeweils zusammenfallenden Linien $\begin{cases}(220)\\(112)\end{cases}$ und $\begin{cases}(310)\\(202)\end{cases}$ sichtbar.

2. Abgeschrecktes und bei erhöhter Temperatur (150° und 200° C) gealtertes Duralumin zeigt ebenfalls deutlich die beiden stärksten $CuAl_2$-Linien. Mikroskopisch ist in diesen Fällen eine Ausscheidung noch keineswegs erkennbar.

3. An abgeschrecktem und bei gewöhnlicher Temperatur gealtertem Duralumin konnten wir das Auftreten von dem $CuAl_2$ zugehörigen Linien bisher nicht beobachten.

Ob auch dem Mg_2Si zugehörige Linien in den Diagrammen von geglühtem und von gealtertem Duralumin auftreten, können wir heute noch nicht mit Sicherheit angeben.

Eine ausführliche Beschreibung unserer Versuche erfolgt an anderer Stelle.

Frankfurt a. M., den 30. September 1926.

E. Schmid und G. Wassermann.

[1]) Vgl. hierzu: N. Y. Sielakow, Rev. de mét. **21**, 527. 1924; H. Lange, Ann. d. Phys. **76**, 476. 1925; G. Sachs und E. Schiebold, Zeitschr. f. Metallk. **17**, 400. 1925; G. Sachs, Zeitschr. f. Metallk. **18**, 209. 1926; R. I. Anderson, The metal ind. **29**, 75. 1926.

Über eine Gesetzmäßigkeit in der Abschattierung der Bandenspektren.

Am empirischen Material der gemessenen Bandenspektren soll folgende Gesetzmäßigkeit nachgewiesen werden: „Bandenspektren von Verbindungen, deren Moleküle eine *gerade* Zahl von Elektronen besitzen, sind nach *Rot* abschattiert, Bandenspektren von Verbindungen mit *ungerader* Elektronenzahl sind nach *Violett* abschattiert, solange nur Bandensysteme in Betracht gezogen werden, bei denen sich das Leuchtelektron in unangeregter oder schwach angeregter Bahn befindet."

Für den Bau und die Bindung der Moleküle heißt dies folgendes:

Rote (resp. violette) Abschattierung einer Bande bedeutet bekanntlich, daß beim zugehörigen Übergang des Leuchtelektrons von einer energiereicheren in eine energieärmere Bahn das Trägheitsmoment (und somit der Kernabstand) des Moleküls abnimmt (resp. wächst). Die oben behauptete Gesetzmäßigkeit sagt also aus: Bei gerader Zahl von Elektronen bewirkt der Übergang eines Leuchtelektrons von einer energiereicheren in eine energieärmere Quantenbahn eine Verkleinerung des Trägheitsmomentes (und des Kernabstandes); bei ungerader Elektronenzahl bewirkt derselbe Übergang eine Vergrößerung des Trägheitsmomentes (und des Kernabstandes); im ersten Falle wirkt das Leuchtelektron störend, im zweiten Falle bindend auf das übrige Molekülganze ein. Einleuchtend wird es so auch erscheinen, daß die behauptete Gesetzmäßigkeit nur soweit gültig ist, als Elektronenbahnen in Betracht gezogen werden, die nahe am übrigen Molekül liegen und dadurch die für die Elektronenzahl und -anordnung dieses Moleküls charakteristische Bindung besitzen.

Bevor wir an das empirische Material herangehen, schicken wir voraus, daß wir nur solche Verbindungsspektren in Betracht ziehen, deren Träger infolge genauerer Kenntnis der Anregungsbedingungen, oder durch Analyse der Spektralterme als bekannt gelten.

Zur Prüfung unserer Behauptung sehen wir die gemessenen Bandenspektren in folgender Reihenfolge durch:

1. H-Verbindungen,
2. Halogen-Verbindungen,
3. N-Verbindungen,
4. O-Verbindungen.

1. Bei den H-Verbindungen sind folgende Banden gemessen:

I.	II.	III.	IV.
CuH AgH AuH	MgH CaH ZuH CdH HgH	AlH	CH

Sämtliche gemessenen Banden der I. Spalte sind nach Rot, sämtliche der II. Spalte nach Violett, die der III. Spalte nach Rot abschattiert. CH besitzt 2 Banden 4300 Å und 3900 Å, die denselben Endterm aufweisen; die Bande 4300 Å ist nach Violett, die Bande 3900 Å nach Rot abschattiert. Da wir den Übergang zwischen den rumpfnächsten, also energieärmsten Bahnen zu betrachten haben, ist in unserem Falle die Bande mit der kleinsten Frequenz oder der größten Wellenlänge maßgebend; die Bande 4300 Å ist nach Violett abschattiert gemäß der Behauptung.

2. Bei den Halogen-Verbindungen sind folgende Banden gemessen:

I.	II.	III.	IV.
CuCl CuBr CuJ CuF_2	MgF_2 CaF_2 SrF_2 BaF_2	BCl AlCl	CCl SiCl SnCl

In der I. Spalte sind sämtliche Banden von CuCl, CuBr, CuJ nach Rot, sämtliche Banden von CuF_2 nach Violett abschattiert gemäß der Behauptung.

In der II. Spalte sind sämtliche Banden von BaF_2 und MgF_2 nach Rot abschattiert gemäß der Behauptung; die Banden von CaF_2 und SrF_2 sind zum Teil nach Rot, zum Teil nach Violett abschattiert; die von der obigen Behauptung geforderte rote Abschattierung besitzen die 4 kurzwelligsten Bandengruppen A_1, A_2, A_3, A_4, von denen man annehmen darf, daß sie infolge der größeren Energiedifferenz zwischen Anfangs- und Endbahn die rumpfnächsten und am schwächsten angeregten sind. In der III. und IV. Spalte besitzen BCl, AlCl die geforderte Abschattierung nach Rot, CCl und SiCl die geforderte Abschattierung nach Violett; jedoch ist es nicht ganz sicher, ob diese Banden den Monochloriden oder höheren Chloriden zuzuschreiben sind.

Zink Monochlorid, SnCl, besitzt die geforderte Abschattierung nach Violett.

3. Bei den N-Verbindungen sind folgende Banden gemessen:

I.	II.	III.	IV.
H_2N		BN	CN SiN

H_2N (Ammoniak) besitzt Banden, die zum Teil nach Rot, zum Teil nach Violett abschattiert sind, ohne daß man entscheiden könnte, welches die rumpfnächsten Bahnen sind. Die BN-Banden besitzen die verlangte Abschattierung nach Rot.

Der Träger der Cyan-Banden, die zum Teil nach Rot, zum Teil nach Violett abschattiert sind, ist noch immer nicht bekannt.

Die SiN-Banden haben die verlangte Abschattierung nach Violett.

Ferner treten im NaK-Dampf Banden auf, die die geforderte Abschattierung nach Rot zeigen.

4. Das bisher angeführte empirische Material trägt fast alles zum Beweis der obigen Behauptung bei; in keinem Fall steht es im Widerspruch zu ihr. Im Gegensatz hierzu stehen die Banden der O-Verbindungen, die fast alle der obigen Behauptung widersprechen.

I.	II.	III.	IV.	V.
HO	MgO	BO AlO CO +	CO SiO_2	NO

HO ist nach Rot, MgO nach Violett, BO, AlO, CO + sind nach Rot, CO nach Violett abschattiert; alles entgegen der obigen Behauptung.

SiO_2 ist nach Rot, NO nach Violett abschattiert gemäß der Behauptung; jedoch gilt es bei NO als unsicher, in welcher Vielfachheit N und O an der Verbindung beteiligt sind.

Diese Ausnahme von der obigen Regel, die die O-Verbindungen machen, möchten wir in Zusammenhang bringen mit der Tatsache, daß der Sauerstoff das einzige von den bisher untersuchten Gasen ist, das sich als paramagnetisch erwiesen hat, d. h. dessen Elektronenkonfiguration ein primäres magnetisches Moment be-

sitzt; diese Ausnahmestellung des Sauerstoffes bezüglich der Elektronenkonfiguration scheint uns bei den O-Verbindungen das der obigen Regel widersprechende Verhalten verständlich zu machen.

Zusammenfassend bemerken wir, daß das hier angeführte empirische Material darauf hinweist, daß die innere Bindung der Molekü.e qualitativ ausschließlich von den äußeren Elektronen abhängt, so daß wir uns also in dieser Beziehung vom Molekül dasselbe Bild machen müssen, wie vom Atom: Einerseits einen ziemlich fest zusammenhängenden Rumpf, zu dem die Kerne und die abgeschlossenen Elektronenschalen gehören, andererseits die Leuchtelektronen. Mit diesem Bild scheint es vom theoretischen Standpunkt aus wahrscheinlich, daß sich auch bei den Molekülen ein regelmäßiger Wechsel zwischen geraden und ungeraden Multiplizitäten bemerkbar macht, wie er schon von R. MECKE[1]) an Hand von empirischem Material behauptet worden ist. Angaben über die Herkunft des empirischen Materials müssen hier unterbleiben; sie finden sich zum großen Teil in dem zusammenfassenden Bericht von R. MECKE. (Phys. Zeitschr. **26**, 235. 1925.)

Münster i. W., den 2. Oktober 1926.

H. LUDLOFF.

Über das bisher dem Wasserstoff zugeschriebene kontinuierliche Spektrum.

J. STARK hat bereits im Jahre 1917 bemerkt, daß in dem Leuchten eines mit Wasserstoff gefüllten Geißlerrohres im blauen Teil des Spektrums beginnend ein Kontinuum bis weit ins Ultraviolett hinein auftritt. Dieses kontinuierliche Spektrum wurde sowohl in der positiven Säule als auch bei den Kanalstrahlen beobachtet. Bei Kühlung eines Teiles des Rohres ließ die Intensität dieses Spektrums nach, aber es blieb erhalten.

Inzwischen sind STARKS Beobachtungen von WOOD, GOHREKE und LAU u. a. bestätigt worden, und zwar tritt das Kontinuum in der positiven Säule im allgemeinen gleichzeitig mit den Fulcherbanden auf, so daß man meinte, dieses Spektrum gleichfalls dem H_2-Molekül zuschreiben zu müssen. SCHUELER stellte die Theorie auf, daß das Kontinuum bei der Wiedervereinigung zweier unangeregter Atome auftritt.

Bei sorgfältigen Versuchen ist es mir gelungen festzustellen, daß bei einem Druck von 1 mm und weniger das Kontinuum nach Beseitigung der Wasserhaut des Glases weder in der positiven Säule noch an der Kathode resp. in den Kanalstrahlen auftritt. Geringe Spuren von Wasserdampf sind demnach die Voraussetzung für das Auftreten des Kontinuum. Beim Fehlen der Verunreinigung ist das Leuchten der Linien der Bandenspektren erheblich stärker. Man wird demnach dem Wasserstoff nur das am Ende der Balmerserie beobachtete HARTMANN-BOHRsche Kontinuum zuschreiben können, und zwar ordnet man dieses bekanntlich dem Wasserstoffatom zu. Das gewöhnlich beobachtete Kontinuum dürfte weder dem H_1 noch dem H_2 zugeschrieben werden, sondern es muß mit der Anwesenheit von Wasserdampf zusammenhängen.

Berlin-Charlottenburg, Physikalisch-technische Reichsanstalt, den 5. Oktober 1926.

ERNST LAU.

[1]) Zeitschr. f. Phys. **28**, 261. 1924.

Zur Abwehr. Herr PLATE hat die Besprechung seines Buches „Abstammungslehre" in den Naturwissenschaften (1925, Nr. 39, S. 816), in einem Aufsatz kritisiert, der im Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiol. (1926, Nr. 18, S. 337) abgedruckt ist. Diesem Aufsatz ist eine Fußnote beigegeben, die sich gegen den Unterzeichneten richtet. Sie verstößt gegen jede Form der Diskussion in einer wissenschaftlichen Zeitschrift so ungeheuerlich, daß ich aus Respekt vor den Lesern der Naturwissenschaften auf eine Wiedergabe verzichte. Ich begnüge mich mit der Mitteilung des Briefwechsels, aus dem Herr PLATE die Berechtigung zu seinem persönlichen Angriff abgeleitet hat.

Jena den 22. Februar 1926. Sehr geehrte Schriftleitung! In Erwiderung auf die von Prof. NACHTSHEIM gegen mich gerichteten Angriffe bitte ich um Abdruck des beifolgenden Manuskriptes. Geben Sie Honorar oder liefern Sie eine Anzahl Separata gratis? Hochachtungsvoll ihr ergebenster gez. Prof. L. PLATE.

Berlin, den 23. Februar 1926. Sehr geehrter Herr Professor! Einem von allen ernsten wissenschaftlichen Zeitschriften festgehaltenen Grundsatze folgend, veröffentlichen Die Naturwissenschaften niemals Erwiderungen auf Besprechungen. Ich sende das Manuskript daher inliegend zurück. Mit ausgezeichneter Hochachtung ergebenst gez. A. BERLINER.

Jena, den 24. Februar 1926. Sehr geehrter Herr Doktor! Sie sind sehr im Irrtum, wenn Sie glauben, daß „ernste wissenschaftliche Zeitschriften" keine Erwiderungen auf Besprechungen annehmen. In allernächster Zeit werde ich im Anatomischen Anzeiger eine Erwiderung gegen eine LUBOSCHsche Besprechung bringen. Als Mitherausgeber des Archivs für Rassenbiologie weiß ich, daß wir wiederholt dem angegriffenen Verfasser das Wort gegeben haben. Das ist ja eigentlich eine Selbstverständlichkeit nach dem natürlichen Rechtsempfinden. Außerdem ist nach § 11 des Preßgesetzes jeder Herausgeber verpflichtet, sachliche Berichtigungen zu bringen. Wenn Sie also bei Ihrer Auffassung bleiben, werde ich die Erwiderung an anderer Stelle publizieren und dabei Ihre Methode, den Angegriffenen nicht zu Worte kommen zu lassen, gebührend kennzeichnen. Hochachtungsvoll gez. L. PLATE.

Diese Postkarte ist unbeantwortet geblieben.

Der Herausgeber.

Botanische Mitteilungen.

Als Grundzüge der Pflanzengeographie des ostbaltischen Gebietes erschien in den Abhandlungen des Herder-Institutes zu Riga (1, Nr. 6, 224 S. 1925), eine überaus verdienstvolle Arbeit von K. R. KUPFFER, in der dieser die Ergebnisse einer mehr als 30jährigen, in den Ostseeprovinzen Estland, Livland und Kurland zielbewußt betriebenen erfolgreichen Forschungstätigkeit zusammenfassend darstellt. Der erste Hauptteil bringt eine eingehende Schilderung der Landesnatur, in der die geologischen Verhältnisse, die Beschaffenheit und Gliederung der Küsten, die Oberflächenformen des Landes, die Böden, die Gewässer und das Klima gekennzeichnet werden und die mit einer in Form eines analytischen Schlüssels gehaltenen systematischen Übersicht über die wichtigeren Standortstypen abschließt. — Der Wechsel der geologischen Bodenunterlage (silurische Kalksteine und Dolomite im Norden, weiter im Süden meist mitteldevonischer Sandstein, Dolomit und Tonschiefer) erweist sich, obwohl die obersten Bodenschichten fast überall aus lockeren diluvialen und in geringerem Maße auch alluvialen Ablagerungen bestehen und der felsige Untergrund nur an wenigen Orten (im äußersten Nordwesten des Festlandes, auf den vorgelagerten Inseln und in einigen tief eingeschnittenen Flußtälern) offen zutage tritt, doch besonders auf flachgründigem Boden als für die Pflanzendecke von erheblichem Einfluß. — Das Klima hat nur an der Küste mit mäßigen Jahresamplituden der Temperatur und meist spätem Eintritt ihrer Grenzwerte, sowie mit zwar rauhem Frühjahr, aber mildem Herbst einen einigermaßen subozeanischen Charakter, der sich auch in dem Auftreten atlantischer Pflanzen (z. B. des Gagelstrauches, *Myrica Gale*) im Küstengebiet widerspiegelt, geht aber landeinwärts mehr und mehr in den kontinentalen Typus über; bemerkenswert ist die schon bei Riga und ausgeprägter noch bei Narwa sich geltend machende Erscheinung, daß an tief einschneidenden Meeresbusen sich der maritime Einfluß verliert. — In den ersten Abschnitten des zweiten Hauptteiles sucht Verf. die pflanzengeographische Abgrenzung und Stellung des Gebietes nach einer neuartigen statistischen Methode schärfer zu erfassen. Unter Ausscheidung gewisser „kritischer" Gattungen, die noch nicht überall gleichmäßig gut durchgearbeitet sind und sich auch wegen der oft bestehenden Verschiedenheit in der Fassung des Artbegriffes für einen solchen Vergleich nicht eignen, berechnet Verf. die Artenzahlen für sein Gebiet sowohl als auch für die Nachbarländer und ermittelt hieraus das „Florengefälle", d. h. die Abnahme, welche die Zahl der Pflanzenarten in einer bestimmten Richtung erfährt. Wichtiger noch als dieses absolute ist das mittlere Florengefälle, das die durchschnittliche Abnahme für eine Längeneinheit von 100 km angibt. Diese Berechnungen lassen nun für das ostbaltische Gebiet ein sehr steiles (48 auf 100 km) Florengefälle in west-östlicher Richtung erkennen, während dasselbe sowohl westlich (z. B. 31 in Ost- und Westpreußen, 37 in Brandenburg) als auch östlich (12 in Ingermanland mit Gouv. Pleskau, 14 im Gouv. Wladimir) viel geringer ist. Auch die Verbreitungsgrenze des sog. Edellaubwaldes (mit Stieleiche, Winterlinde, Spitzahorn und Ulmen) und der Besitz echter Heideformationen, durch den sich das ostbaltische Gebiet auszeichnet, lassen die Ostgrenze (vom Peipus-See am Ostufer der Narowa nach Norden und zum Hügelland von Lettgallen nach Süden) als eine durchaus natürliche und klimatisch bedingte erscheinen. Dagegen ist das ostwestliche Florengefälle von Mittelrußland durch das ostbaltische Gebiet sowie auch durch Südschweden hindurch bis zur Provinz Brandenburg sehr gering und recht gleichmäßig und wird erst in der letzteren, die ein wichtiges Grenzgebiet für zahlreiche osteuropäische Florenbestandteile darstellt, steiler; die topographisch scharfe Westgrenze erweist sich also als pflanzengeographisch von minderer Bedeutung. Der Finnische Meerbusen dagegen bildet auch im pflanzengeographischen Sinne eine natürliche Nordgrenze, da gerade über ihn hinüber das an sich schon starke südnördliche Florengefälle besonders steil wird; allerdings ist diese Grenze nicht in erster Linie eine klimatische, sondern vor allem edaphisch — entsprechend dem Gegensatz zwischen dem silurischen Kalkstein Estlands und dem Granit- und Gneismassiv Finnlands — und daneben wohl auch florengeschichtlich bedingt. Im Süden nimmt Verf. die Abgrenzung längs den Scheidelinien zwischen den Stromsystemen vor, so daß der Dünaoberlauf und alle ins Kurische Haff mündenden Flüsse ausgeschlossen bleiben; eine genauere Grenzbestimmung wird hier nicht nur durch die sehr allmählichen Übergänge, sondern auch dadurch erschwert, daß die Flora Litauens im einzelnen noch nicht genügend genau bekannt ist. Im ganzen ergibt sich so, daß das ostbaltische Gebiet einen einheitlichen floristischen Charakter trägt und ein Übergangsgebiet von der mitteleuropäischen Küstenflora zur kontinentalen Waldflora Mittelrußlands darstellt, wobei es aber entsprechend der stärkeren Beeinflussung von Westen her seinen westlichen Nachbargebieten näher anzuschließen ist als seinen östlichen. Auch in den folgenden Abschnitten, die die Gliederung des ostbaltischen Gebietes in Unterbezirke und floristische Landschaften behandeln, steht die Betrachtung der Flora im Vordergrunde, obschon naturgemäß auch auf den Charakter der Vegetation dabei manches Streiflicht fällt. Die Einzelheiten dessen, was Verf. in dieser Hinsicht ausführt, können hier naturgemäß nicht näher gewürdigt werden, kurz erwähnt sei z. B. nur die Sonderstellung der Ostseeinseln, der teils klimatisch bzw. klimageschichtlich, teils edaphisch bedingte Florenreichtum des Silurbezirkes von Estland und Nord-Livland, die Bedeutung des Dünatales als Einwanderungsstraße aus dem Osten u. a. m. Ein kürzerer florengeschichtlicher Abschnitt berichtet besonders eingehend über die Funde von frühnacheiszeitlichen Pflanzenresten, unter denen ein solcher der Zwergbirke (*Betula nana*) am Olaikanal wegen der nahen räumlichen Beziehungen zu einem noch heute bestehenden stark abgesonderten und reliktartigen Standort der Pflanze im Olaischen Moorgelände bei Riga von besonderem Interesse ist. Die mutmaßliche Einwanderungsgeschichte einer Anzahl von Florenelementen wird in Beziehung auf die Klimaperioden von BLYTT-SERNANDER behandelt. Aus den einer systematischen Durchführung noch harrenden Torfuntersuchungen wird als wichtiges Ergebnis hervorgehoben, daß die Fichte im Ostbaltikum schon während des borealen Zeitabschnittes, also bedeutend früher als in Schweden, eingewandert ist. Zum Schluß teilt Verf. noch eine Anzahl von Beobachtungen über Sukzessionen, d. h. natürliche, ohne Änderung des Klimas oder sonstiger allgemeiner Bedingungen sich vollziehende Aufeinanderfolge ökologisch verschiedener Pflanzengesellschaften am gleichen Standort mit; neben der Vermoorung von Wäldern und dem Überhandnehmen der Fichte auf nicht zu armen oder zu nassen Waldböden erscheint bedeutungsvoll vor allem der

Übergang von Wald in Heide infolge Bildung von Rohhumus und Ortstein, der auf den Sandböden des Gebietes einen verbreiteten und unter den gegenwärtigen Umständen unaufhaltsamen Vorgang darstellt, dem die Kiefernwälder um so schneller zum Opfer fallen dürften, je ärmer der Boden ist, auf dem sie stehen.

Zur **Pflanzengeographie des Bodenseegebietes,** das ja schon wiederholt den Gegenstand wichtiger und in mancher Hinsicht teilweise grundlegender Untersuchungen gebildet hat, liegen einige beachtenswerte neuere Arbeiten vor. Von diesen behandelt diejenige von J. BARTSCH (Schrift. d. Ver. f. Geschichte d. Bodensees, i. Beiheft 1925, S. 193, 9 Taf.) die rezente Pflanzenwelt im Hegau und Linzgau, also im nordwestlichen Bodenseegebiet, das sich als ein Gebiet tertiärer und diluvialer Formationen halbkreisförmig an den Jurarand anschließt und im Norden durch die Wasserscheide zwischen Rhein- und Donaugebiet, im Osten etwa durch die Linie Pfullendorf-Immenstaad begrenzt wird. In bezug auf das Klima übt der See eine mildernde Wirkung auf seine nähere Umgebung in Gestalt von Frostschutz im Winter, aber auch von Abkühlung im Sommer aus. Im eigentlichen Hegaukessel sind die Temperaturextreme schon bedeutendere. Die Niederschläge nehmen von West nach Ost zu und es handelt sich um ein Gebiet ausgesprochener Sommerregen. — Die Pflanzengesellschaften des Gebietes werden zu 4 Vegetationstypen: Wälder, Gariden, Grasfluren und Süßwasserbestände zusammengefaßt. Die allgemeinen Schilderungen des Vegetationscharakters werden vielfach durch Mitteilung von Einzelbestandesaufnahmen sowie durch eine Anzahl meist wohl gelungener Vegetationsbilder ergänzt; auch sind hin und wieder die Ergebnisse einiger Temperaturmessungen eingestreut, welche mit den oft sehr beträchtlichen Unterschieden zwischen Luft und Boden, Nord- und Südseiten einen Beitrag zu der zuerst von G. KRAUS in seinen klassischen Untersuchungen aufgezeigten Bedeutung des Klimas auf kleinstem Raum für die Verteilung der Pflanzendecke liefern. Im Hegau und im Hügellande am See bilden Laubwälder den Hauptbestandteil, während auf der nördlichen Hochebene der reine Fichtenhochwald überwiegt; im Rahmen der ersteren wiederum steht die Formation des Buchenwaldes, zu der als Nebentypen der Bergwald, Schluchtwald, Auenwald und Bergbuschwald gerechnet werden, bei weitem an erster Stelle, während die Eiche als Waldbildner nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die Kiefer ist als Waldbaum nur von unwesentlicher Bedeutung, kommt dagegen in der Formation der „Garide" vielfach stärker zur Geltung. Mit dem letzteren von CHODAT eingeführten Namen bezeichnet Verf. jene charakteristischen Pflanzengesellschaften, für die sonst vielfach der von GRADMANN geprägte Ausdruck „Steppenheide" gebräuchlich ist, der dem Verf. aber nicht annehmbar erscheint, weil es sich weder um im floristischen oder physiognomischen Sinne steppenartige Bestände handelt noch diese etwas mit den Heiden Norddeutschlands zu tun haben. Ihrem allgemeinen Charakter nach stellt die Garide ein buntes Gemisch von Buschwerk, Gräsern, Stauden und Kräutern mit vielfach xerophilem Bau dar, das meist südlich exponierte, sonnig-trockene Abhänge auf Fels-, Geröll- und Sandboden in lockerem Bestande besetzt hält und in dessen floristischer Zusammensetzung südeuropäische Arten und solche des kontinentalen Südosteuropas eine wichtige Rolle spielen. Von den einzelnen Ausbildungsformen ist am meisten typisch diejenige auf den dysgeogenen Felsen und Felsschottern der Hegauberge (z. B. am Hohentwiel). Ihr steht die Garide der Molasse-Sandsteinfelsen gegenüber, deren Bestände zahlreiche Übergänge zum lichten Kiefernwald, Bergbuschwald oder zu trockenen Magerwiesen zeigen. Die letztere, zu den Grasfluren gehörige, auf trockenen, waldfreien Hängen entwickelte und von mehr oder weniger xerophilen Gräsern beherrschte Formation ist floristisch ziemlich reich, während die ganz der menschlichen Kultur unterworfenen Frischwiesen pflanzengeographisch wenig interessant sind. — Im Rahmen der Süßwasserbestände werden nicht bloß die Pflanzenvereine des freien Wassers, sondern auch diejenigen der Sumpfwiesen, Riede und Moore zusammengefaßt. Für die Uferlandschaft des Bodensees besonders charakteristisch ist das zur Verlandung erheblich beitragende Schilfried; an dieses schließt sich weiter landeinwärts die meist vom Pfeifengras (*Molinia coerulea*) beherrschte Riedwiese an, die durch einen beträchtlichen Reichtum ihrer Flora ausgezeichnet ist und in der das Vorkommen von mehr oder weniger xerothermen Arten der trockenen Magerwiesen auf niedrigen Erhebungen (alte Strandwälle, Schnegglisande) eine besonders eigenartige Erscheinung darstellt. Bei der Besprechung der Verlandungserscheinungen an den übrigen Binnenseen und der verschiedenen Moortypen sucht Verf. besonders die Sukzessionsverhältnisse klarzustellen; unberührte echte Hochmoorstellen sind im Gebiete nur wenige anzutreffen. — Dann gibt Verf. eine Übersicht über die Zugehörigkeit der die Flora des Gebietes zusammensetzenden Arten zu den verschiedenen Florenelementen, wobei er grundsätzlich zutreffend diesen Ausdruck unter Ausschließung genetischer Gesichtspunkte nur im rein geographischen Sinne versteht und demgemäß die Gesamtverbreitung der Arten und die Dichtigkeit ihres Vorkommens für die Zurechnung als maßgebend gelten läßt. Neben dem „mitteleuropäischen" Element, zu dem die Hauptmenge der Pflanzen gehört, sind vertreten das nordische und atlantische Element, ferner nordisch-montane und mitteleuropäisch-montane Bergpflanzen, das „alpigene" Florenelement, das wiederum in eine nordische und eine mitteleuropäische Gruppe zerfällt, das atlantisch-mediterrane, das mediterrane und das pontische Florenelement, für das die Donau-Einstrahlung noch besonders hervortritt. Unter Zugrundelegung der BLYTT-SERNANDERschen postglazialen Klimawechsellehre (vgl. über diese den Bericht in dieser Zeitschr. **13**, 791—796, 809—814. 1925) zieht Verf. noch die Florenentwicklungsgeschichte in Betracht, wobei er besonders auf die Glazialrelikte und die als Einwanderer der subborealen Trockenzeit angesehenen Xerothermrelikte näher eingeht.

Die in der Abhandlung von BARTSCH gestreiften Fragen erfahren eine ausführlichere Behandlung in den beiden anderen hier zu besprechenden Arbeiten von H. GAMS (Aus der Geschichte der Flora und Fauna am Bodensee, in Schrift. d. Ver. d. Geschichte d. Bodensees u. seiner Umgebung 1925, H. 53) und P. STARK (Die Moore des badischen Bodenseegebietes I, in Ber. d. Naturf.-Ges. Freiburg, **24**, 1—123. 1925). Die erstere ist als Versuch eines vorläufigen, mehr programmatischen als abschließenden Überblickes gedacht. Sie skizziert zunächst an der Hand der stratigraphischen Verhältnisse und einer Anzahl von Pollendiagrammen die allgemeine Klima- und Waldentwicklung seit der Eiszeit und zeigt dann weiterhin durch Betrachtung ausgewählter Vertreter der verschiedenen Floren- und Faunenelemente, welche teilweise auch durch Fossilfunde gestützten Schlüsse sich aus der heutigen Verbreitung auf die Geschichte der betreffenden Gruppen ziehen lassen. Durch die mehrfachen Parallelen zwischen Erschei-

nungen der Tier- und Pflanzenverbreitung werden die charakteristischen Züge in besonders helles Licht gerückt. Eine Anzahl neuer Verbreitungskarten dienen zur Erläuterung der Ausführungen. Solche Parallelen bestehen z. B. zwischen den besonders bezeichnenden Edelfischen der kalten, sauerstoffreichen Seen, dem Saibling und den Felchen, und gewissen im Zusammenhang mit der Eiszeit vermutlich aus dem Nordosten gekommenen Pflanzenarten, ebenso zwischen der noch heute an einigen Stellen am Bodensee lebenden, fossil bereits in wärmezeitlichen Ablagerungen nachgewiesenen Schnecke *Cyclostoma elegans* und einigen sowohl ihrer Hauptverbreitung als auch ihrer mutmaßlichen Einwanderungszeit nach als atlantisch zu bezeichnenden Pflanzen. Das versprengte Vorkommen einiger rein südlichen Sumpf- und Wasserpflanzen wird in Zusammenhang mit dem gelegentlichen Auftreten von südlichen Zugvögeln gebracht, von denen der Pelikan und Flamingo noch im Anfange des 19. Jahrhunderts beobachtet worden sind, während der Waldrapp oder Schopfibis schon spätestens im 17. Jahrhundert in Mitteleuropa ausgestorben ist. Für den arktischen Klimacharakter der Hocheiszeit ist u. a. der bei Konstanz und mehrfach bei Schaffhausen fossil gefundene Moschusochse besonders beweisend. In Übereinstimmung mit BARTSCH weist G. auch auf die Verbreitungsverhältnisse der östlichen Steppenpflanzen hin und betont, daß besonders die Hegauvulkane geradezu als Steppeninseln gelten können, daß außerdem aber auch auf den Molassehängen des westlichen Bodenseegebietes sich nicht wenige Arten seit den postglazialen Steppenzeiten zu behaupten vermocht haben.

Zu der von GAMS mit Recht als notwendig für die Erweiterung und Vertiefung der Kenntnis bezeichneten genauen Erforschung der fossilführenden nacheiszeitlichen Ablagerungen liefert STARK einen wichtigen Beitrag. In einer Untersuchung des ganzen vom Rheingletscher bedeckt gewesenen Gebietes beschreibt er für 8 Moore der unmittelbaren Umgebung von Konstanz die Folge der Schichten unter ausführlicher Aufzählung der makro- und mikroskopisch in ihnen nachgewiesenen tierischen und pflanzlichen Reste, und erörtert, wie weit edaphische, wie weit klimatische Faktoren als Ursache für den beobachteten Facieswechsel anzusehen sind. Die Moore ruhen auf glazialen Tonen oder Moränen und beginnen fast ausnahmslos mit der limnischen Phase der Seekreide. Nach oben hin folgen Lebertorf, Hypnetum-, Schilf-, Seggen- und Bruchwaldtorf, also durchweg Glieder der Flachmoorreihe, während die Hochmoorphase nur in 2 Mooren erreicht worden ist. Die Seekreide enthält hauptsächlich Wasserkonchylien in einer Mischung von ubiquistischen Typen mit solchen, die ihrem gesamten Verbreitungsbild nach auf die Alpen und nach dem Norden weisen, also als glaziale Formen anzusprechen sind, die im weiteren Verlaufe größtenteils wieder verschwinden. Ähnlich spricht die reiche Desmidiaceenflora des Lebertorfes für eine noch kühle Temperatur. Mit ihrem Reichtum an Arten der Gattung *Cosmarium* (darunter auch einige ausgeprägt arktisch-alpine Arten) weicht sie von der gegenwärtig im Bodensee lebenden stark ab und trägt einen ausgesprochenen Gebirgscharakter. Unter den Moosen ist das nordisch-subarktische *Hypnum trifarium* besonders wichtig, das über der Seekreide bzw. dem Lebertorf sein Maximum erreicht, lebend dagegen nur noch an einer Stelle im Gebiet beobachtet worden ist. Die oft mit ihm vergesellschaftete, ebenfalls formationsbildende *Meesea triquetra* hat das Feld sogar ganz geräumt. Dem Pollenspektrum nach entspricht diesen untersten, der präborealen Phase zuzuweisenden Horizonten eine Baumgesellschaft, die sich ausschließlich aus Kiefer und Birke zusammensetzt, wobei sich eine vorangehende Birkenperiode und eine darauf folgende Kiefernperiode deutlich voneinander abheben. Die boreale Periode ist durch einen Anstieg der Haselkurve gekennzeichnet, die für einen Wärmeanstieg und zugleich für kontinentalen Charakter des Klimas spricht. Ihr folgt um die Wende von borealer und atlantischer Zeit eine Herrschaft des Eichenmischwaldes, für den das reichliche Auftreten der Linde, die heute als bestimmendes Glied im Waldbild fehlt, bezeichnend ist. Dem feuchten Klima der vollatlantischen Zeit entspricht in den Mooren, in denen sich der Übergang vom Wiesenmoor zum Hochmoor vollzogen hat, eine reiche Entfaltung der zu den nordischen Florenelementen gehörigen Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*), die, wohl schon während der Eiszeit aus dem Norden zugewandert, durch die trockene boreale Periode in ihrer Verbreitung zurückgedämmt wurde, nun aber die Möglichkeit fand, auch in der Ebene zur Herrschaft zu gelangen; seither ist sie hier wieder völlig erloschen, ebenso wie die Rasenbinse (*Scirpus caespitosus*). — Hier wird durch den fossilen Nachweis eine Lücke im gegenwärtigen Areal der beiden Pflanzen ausgefüllt; auch für einige weitere Vertreter derselben pflanzengeographischen Gruppe (u. a. das einährige Wollgras *Eriophorum vaginatum* und die Rauschbeere, *Vaccinium uliginosum*), deren rezente Standorte sich eng an das Gebiet des ehemaligen Rheingletschers anschließen, ergänzt das vorzeitliche Standortsnetz gegenwärtig fehlende Maschen Im Pollenspektrum entspricht der atlantischen Zeit ein Anstieg von Buche, Erle und Tanne, die ebenso wie Fichte, Hainbuche und Esche im Laufe der Eichenmischwaldzeit sich eingefunden hatten. Die subboreale Phase hat in den untersuchten Mooren nur wenig deutliche Spuren hinterlassen und auch bezüglich der Zuweisung gewisser Erscheinungen zur subatlantischen Periode besteht noch keine endgültige Sicherheit; vielleicht ist der starke Rückgang, den eine Nixkrautart (*Najas flexilis*) erfahren hat, der subatlantischen Klimaverschlechterung zuzuschreiben, während allerdings GAMS ihre Hauptverbreitung als boreal-atlantisch bezeichnet.

Beiträge zur Pflanzengeographie der Nordschweiz von A. BECHERER (Diss., Basel 1925). Verf. beschäftigt sich vorzugsweise mit der Xerothermenflora längs des Rheines von Basel bis Schaffhausen und vermag zu zeigen, daß eine Trennung der um diese beiden Orte gelegenen Xerothermgebiete in dem bisher angenommenen Grade nicht besteht, sondern daß auch das mittlere Stück jener Rheinstrecke, wenn es auch an Artenreichtum hinter dem westlichen und östlichen Ende zurücksteht, immerhin eine zum Teil reichliche Vertretung mehrerer bemerkenswerter Arten aufzuweisen hat und demnach verschiedene Xerothermen eine kontinuierliche Verbreitung besitzen. Es ist infolgedessen mit einer Einwanderung der Schweizer Xerothermflora nicht bloß aus dem Südwesten (längs des Jura nach der Lägern und Schaffhausen bzw. nach Basel) und von Osten (aus dem Gebiete der oberen Donau über den Hegau nach Schaffhausen) zu rechnen, sondern auch mit einer erheblichen oberrheinischen Einstrahlung, die von Basel längs des Hochrheins nach Schaffhausen gelangt ist; auch die Vorkommnisse verschiedener Xerothermen des Schweizer Mittellandes sind hierauf zurückzuführen. Es besteht auch die Möglichkeit, daß dieselbe Art auf verschiedenen von diesen Wegen zugewandert ist, und da sich die jurasisch-west-

liche und die oberrheinische Einstrahlung im nördlichen Jura gegenseitig durchdringen, so ist zumal bei den häufigeren Arten eine zweifelsfreie Ableitung von der einen oder anderen dieser Einstrahlungen nicht möglich. Mit Recht betont übrigens Verf. bei diesen Betrachtungen die Notwendigkeit einer grundsätzlichen Trennung der nach dem Wege ihrer Einwanderung unterschiedenen Einstrahlungsgruppen oder Einwanderungselemente von den nach der heutigen Gesamtverbreitung zu bestimmenden geographischen Florenelementen (mediterran, pontisch usw.), denen die betreffenden Arten angehören; letztere sagen über erstere nichts aus, denn manche pontischen Arten sind auch längs dem Südrande der Alpen nach Westen gewandert und können dann ebenfalls durch das Rhonetal nach dem Jura und dem Rheingebiet gelangt sein. Bei der Erörterung der Frage nach dem Alter der nordschweizerischen Standorte xerothermer Arten betont Verf. vor allem, daß die Einstrahlungen nicht als einmalige aufzufassen sind, sondern daß es sich um die Resultate aus zeitlich verschiedenen Vorgängen handelt, die einzeln zu erkennen aber in den meisten Fällen nicht möglich ist; im Gegensatz zu NAEGELI und KELHOFER, die ausschließlich gegenseitige Besiedelung heute noch vorhandener Standorte annahmen und einen Einfluß früherer, klimatisch differenter Perioden nicht glaubten annehmen zu sollen, betont Verf. aber mit Recht die Bedeutungen der nacheiszeitlichen Wandlungen des Klimas für diese Wanderungsphänomene und weist auch darauf hin, daß Fälle deutlich reliktartigen Wesens neben solchen vorhanden sind, in denen mit Einwanderung und Besiedelung in neuerer Zeit zu rechnen ist. W. WANGERIN.

Pollenanalytische Untersuchung subalpiner Moore des Riesengebirges. Es wurde früher an dieser Stelle berichtet über die Studien von RUDOLPH und FIRBAS über die Moore des Erzgebirges. Diese Studien hatten zu dem Ergebnis geführt, daß sich auf Grund des Pollenbildes folgende, im Postglazial einander ablösende Perioden unterscheiden lassen: 1. die Kiefernzeit (mit Birke und Weide), 2. die Kiefern-Haselzeit, 3. die Eichenmischwald-Fichtenzeit, 4. die Buchen-Fichtenzeit und 5. die Buchen-Fichten-Tannenzeit. Dieses Schema bezieht sich auf mittlere Gebirgslagen, und es lag nun die Frage nahe, zu ermitteln, inwieweit es auch für klimatisch abweichende Regionen gültig ist, auf der einen Seite für die höhere Gebirgsstufe, auf der anderen für extrem warme Gebiete der Ebene. Die erste Frage wird nun neuerdings aufgegriffen von einer kurzen Mitteilung der beiden Autoren, die sich auf die subalpinen Moore des Riesengebirges erstreckt (Ber. d. dtsch. botan. Ges. 44. 1926). Es wurde dabei zunächst die Vorfrage erledigt, inwieweit *Oberflächenproben*, die in verschiedener Gebirgshöhe entnommen sind, tatsächlich dem Waldbild der entsprechenden Höhenregion gerecht werden. Dem Wandel des Waldkleides entsprechend wurden von unten nach oben fortschreitend Oberflächenproben entnommen: 1. aus der Buchen-Tannenstufe, 2. aus der Fichtenstufe, 3. aus der Krummholzregion und 4. oberhalb der Baumgrenze. Es zeigte sich, daß in großen Zügen die Pollenspektren ein zutreffendes Bild liefern, das nur im einzelnen durch die Wirkung des *Ferntransports* gestört wird. So beherrschen in der Buchen-Tannenstufe den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend die Fichte, die Buche und die Tanne das Bild. Freilich ist die Tanne etwas unterrepräsentiert und die im Waldbild fehlende Kiefer gesellt sich im beträchtlicher Menge hinzu, offenbar deshalb, weil ihr leicht transportfähiger Pollen aus der höheren Region herabgeweht wird. In der Fichtenstufe ist die Fichte weitaus führend, die Laubhölzer und die Tanne treten stark zurück, die Kiefer arbeitet sich aber rasch zu noch viel höheren Beträgen empor, als in der Buchen-Tannenstufe. In der Krummholzregion übertrifft die Kiefer weitaus die Gesamtsumme aller anderen Gehölzarten und erreicht 70% Pollenvertretung. Diese führende Stellung behält sie oberhalb der Baumgrenze bei, wobei freilich die Laubhölzer wieder um ein geringes anwachsen. Das steht damit im Zusammenhang, daß hier infolge des Mangels von bodenständigem Baumwuchs der Ferntransport in stärkerem Maße zur Geltung gelangt. Daran anschließend berichten nun die Verfasser über die Erfahrungen, die an zwei subalpinen Mooren, dem Hangmoor am Silberkamm (1440 m) und dem Pantsche-Moor (1320 m) gewonnen worden sind. Die Pollenanalyse ergab, daß die Waldfolge in großen Zügen dieselbe ist, wie im Erzgebirge. Es folgen genau die gleichen Phasen aufeinander, nur ist die prozentuale Vertretung der einzelnen Bäume verschieden — genau in dem Sinn verschieden, als man dies nach ihren klimatischen Ansprüchen erwarten durfte. So bleiben Hasel, Eichenmischwald und Erle hinter den entsprechenden Werten des Erzgebirges zurück. Immerhin ist ihre Vertretung noch so stark, daß für jene Zeit — im Gegensatz zu heute — ihr Vordringen bis nahe zum Gebirgskamm angenommen werden muß. Der Fichtenwald selbst muß in der Fichtenzeit bestimmt bis zur oberen Gebirgsgrenze emporgereicht haben. Daraus kann auf eine Erhöhung der Baumgrenze um 300—400 m und damit auf ein entsprechendes Temperaturplus in der borealen Periode geschlossen werden. Aber diese Wärmeperiode reichte bestimmt noch viel näher an die Gegenwart heran. Noch 10—30 cm unter der Oberfläche trifft man Pollenspektren an, die von den gegenwärtigen Oberflächenproben vollständig abweichen. So ist hier die Tanne stärker vertreten als die Kiefer, und die Buche erlangt hier sogar höhere Prozente als heute in der Buchen-Tannenstufe. Das besagt, daß in der atlantischen und subborealen Zeit der Buchen-Fichten-Tannenwald den Kamm des Riesengebirges erreicht hat, daß also auch hier noch das Temperaturplus bestand. Erst die subatlantische Phase hat dann mit ihrem Wärmerückgang die für die Gegenwart gültige Depression der Baumgrenzen und der Waldgrenze gebracht.

Pollenanalytische Untersuchungen im thermophilen Florengebiet Böhmens. Eine schöne Ergänzung zu den vorstehenden Mitteilungen bildet eine im Anschluß daran veröffentlichte Studie von RUDOLPH, die sich auf das thermophile Florengebiet Böhmens erstreckt, also den Einfluß wärmerer Klimalagen auf die Waldsukzession herausarbeiten will (Ber. d. dtsch. botan. Ges. 44. 1926). Die Untersuchungen beziehen sich auf den Kommerner See, ein neuerdings trockengelegtes Becken nordwestlich der Stadt Brüx, dessen Seeschlick- und Torferdeschichten eine reiche Pollenflora bergen. Wir befinden uns hier südlich des Erzgebirgsfußes, einem Gebiet, das gegenwärtig die wärmste Lage Innerböhmens darstellt und im Einklang damit durch seinen Reichtum an pontischen Steppeninseln charakterisiert ist. Es bestehen also starke Kontraste zu den klimatischen Bedingungen des Erzgebirges. Trotzdem fügen sich auch hier die Waldphasen im großen gesehen in das fürs Erzgebirge gezeichnete Schema ein. Wir haben also auch hier die Sukzession: 1. Kiefernzeit, 2. Kiefern-Haselzeit, 3. Eichenmischwald-Fichtenzeit, 4. Buchen-Fichtenzeit und 5. Buchen-Fichten-Tannenzeit. Aber auch hier ist das Gesamtbild modifiziert, und zwar gerade im entgegengesetztenSinn wie bei den subalpinen Mooren des Riesengebirges: die wärmeliebenden Baum-

formen treten im allgemeinen ins Übergewicht. Das äußert sich insbesondere darin, daß die Fichtenkurve durch die Schichtfolge hindurch stark deprimiert erscheint. In den typischen Erzgebirgdiagrammen hat die Fichte während der Eichenmischwald-Fichtenzeit und der Buchen-Fichtenzeit *dauernd die Führung*, d. h. ihr Gipfel überragt denjenigen ihrer Konkurrenten. In der Schichtfolge des Kommerner Sees indessen übergipfelt zuerst der Eichenmischwald, später die Buche die Fichtenkurve und bloß zwischenein kämpft sich vorübergehend die Fichte an die Spitze empor. „Die Fichtenzeit tritt dadurch hier weniger auffällig in die Erscheinung. Der ersten Hälfte der Fichtenzeit mit hohen Eichenmischwaldprozenten im Gebirge entspricht hier im Vorlande eine Eichenmischwaldzeit mit Fichte, und der zweiten Hälfte der Fichtenzeit im Gebirge mit der Ausbreitung der Buche steht hier bereits die Vorherrschaft der Buche in diesem Diagrammabschnitt gegenüber. Das sind aber gerade jene Abweichungen, die wir bei der tieferen Lage erwarten mußten. Die Waldzusammensetzung war in den verschiedenen waldgeschichtlichen Perioden ebenso regional nach der Höhe abgestuft wie heute, nur daß die Höhengrenzen in der Wärmezeit höher lagen." Es verdient nun Beachtung, daß wir hier in der Ebenenlage noch einen besonderen Zeugen für das postglaziale Temperaturplus erhalten, und zwar in Gestalt des Massenauftretens der Wassernuß (Trapa natans). Diese ausgesprochen wärmeliebende Pflanze zeigt heute nur ein ganz sporadisches Reliktauftreten in Nordost- und Südböhmen. In der Schichtfolge des Kommerner Sees aber finden sich, wie schon WETTSTEIN festgestellt hat, ganze Horizonte, die mit den Früchten der Wassernuß vollgepfropft sind. Es handelt sich hier um den Zeitabschnitt, in dem auch in Skandinavien Trapa massenhaft außerhalb ihrer gegenwärtigen Nordgrenze subfossil in den Mooren erscheint. Schließlich muß hier noch einer weiteren interessanten Tatsache gedacht werden. Im Einklang mit dem Erz- und Riesengebirge beginnt auch beim Kommerner See die Spektrenfolge mit der reinen Kiefernperiode, die neben dem Pollen der Kiefer nur noch jenen von Birke und Weide birgt; die wärmeliebenden Bäume fehlen, abgesehen von wohl zufälligen oder durch Ferntransport bedingten ganz vereinzelten Einstrahlungen, vollkommen. Daraus ist zu folgern, daß auch dieses wärmste Areal Böhmens in der Eiszeit *von allen kälteempfindlichen Gehölzen* geräumt war und somit nicht als Refugium für thermophile Bäume angesehen werden darf, wie dies in der Literatur vielfach angenommen wird. Genau entsprechend liegen z. B. die Verhältnisse in Südwestdeutschland, und daraus folgt mit Deutlichkeit, wie einschneidend die pflanzengeographischen Verschiebungen gewesen sein müssen, die durch die Vereisung Mitteleuropas hervorgerufen worden sind.

STARK.

Astronomische Mitteilungen.

Bewegung der Sonne. Die Bewegung der Sonne ist ein Begriff, der nur einen Sinn hat, wenn das Bezugssystem, in dem sie gemessen ist, definiert ist. Als Fixpunkte des Bezugssystems kommen die Fixsterne in Betracht. Da jeder Fixstern gegen jeden anderen eine relative Bewegung besitzt, so muß der Wert der Sonnengeschwindigkeit ein anderer sein je nach der Auswahl der benutzten Fixsterne oder Gruppen von Fixsternen. Als sinnvollstes Bezugssystem erscheint die Gesamtheit aller Fixsterne, die zu unserem Sternsystem gehören, und man versucht, die Bewegung der Sonne in bezug hierauf zu bestimmen. In der Praxis ergibt sich aber eine Beschränkung, die von prinzipieller Bedeutung sein kann. Unsere optischen Mittel erlauben uns nicht, alle Fixsterne unseres Systems zu beobachten. Die eine Komponente der relativen Bewegung der Sonne gegen einen Fixstern, die in der Blickrichtung liegt, die Radialgeschwindigkeit, wird aus der Verschiebung der Absorptionslinien im Spektrum bestimmt. Das ist bei Sternen unterhalb einer gewissen Helligkeit unmöglich. Die andere Komponente, die auf der Blickrichtung senkrecht steht und durch die Ortsveränderung des Sternes gemessen wird, erscheint um so kleiner, je ferner der Stern ist. Bei beiden Komponenten der Bewegung bleiben wir also auf den inneren Teil unseres Sternsystems, unsere Nachbarschaft, beschränkt, und es besteht die Möglichkeit, daß dieser Teil nicht in Ruhe ist gegenüber dem Gesamtsystem. Aus mancherlei Beobachtungsergebnissen war die Vermutung entstanden, daß die Bewegung der Sonne in bezug auf schwächere Sterne beträchtlich größer sei als in bezug auf die hellen, die den bisherigen Bestimmungen zugrunde liegen.

Um diese Frage zu klären, hat VAN DE KAMP[1]) den Versuch gemacht, mit einem 1 Prisma-Spektrographen am großen Lick-Refraktor die Radialgeschwindigkeiten einer größeren Zahl von schwachen Sternen zu bestimmen. Die Dispersion war nur gering (6 mm von H_β bis K), und infolgedessen sind die individuellen Werte der Radialgeschwindigkeiten sehr unsicher und in den meisten Fällen bedeutungslos. Da aber bei der Bestimmung der Sonnenbewegung aus den gemessenen Relativbewegungen gegen einzelne Fixsterne die individuellen Bewegungen dieser Sterne ebenfalls wie zufällige Fehler wirken, so sind auch Beobachtungsfehler von derselben Größenordnung zulässig, solange sie wirklich zufällige Fehler sind. Die Richtung der Sonnenbewegung kann bei großem Material ebenfalls aus Radialgeschwindigkeiten abgeleitet werden. In diesem Falle wird sie aus einer Untersuchung der Eigenbewegungen (also der anderen Komponente) von Sternen gleicher Helligkeit übernommen. Die größten Werte der Radialgeschwindigkeit ergeben sich natürlich in der Richtung des Zielpunktes (Apex) der Sonnenbewegung und des am Himmel gegenüberliegenden Punktes (Antapex). VAN DE KAMP hat deshalb 53 Sterne innerhalb 50° um den Apex und 52 Sterne in demselben Umkreis um den Antapex in seine Untersuchung einbezogen. Die scheinbaren Helligkeiten der Sterne liegen zwischen 9^M und 10^M. Die Sterne sind so ausgewählt worden, daß die Spektraltypen A bis K unter ihnen in demselben Verhältnis vorkommen wie unter den Sternen dieser scheinbaren Helligkeit überhaupt. Als Resultat der Untersuchung ergibt sich, daß die Sonne sich gegen die Sterne mit der mittleren scheinbaren Helligkeit 9^M2 mit einer Geschwindigkeit von 18 km/sec. bewegt. Da die aus den hellen Sternen (bis 6^M) abgeleitete Geschwindigkeit 20 km/sec. beträgt, so ist hiermit wahrscheinlich gemacht, daß die bisher in der Praxis benutzte Geschwindigkeit auch für schwache Sterne Verwendung finden kann. Das ist von sehr großer Bedeutung für die Bestimmung der

[1]) P. VAN DE KAMP, A determination of the sun's velocity with respect to stars of magnitude 9 to 10. Lick Observatory Bulletin. Nr. 374. 1926.

Entfernung der schwachen Sterne, die nur bewerkstelligt werden kann durch die Messung der transversalen Komponente ihrer relativen Bewegung gegen die Sonne. Die daraus berechnete Entfernung hängt unmittelbar von dem für die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung angenommenen Werte ab.

Die Rotverschiebung bei B-Sternen. Der sog. K-Effekt der B-Sterne ist eine Größe, die sich bei der Ableitung der Sonnengeschwindigkeit aus den gemessenen Radialgeschwindigkeiten der Fixsterne ergibt: Wenn ein Stern von dem Punkt des Himmels, auf den sich die Sonne hinbewegt (Geschwindigkeit $V_\odot$), einen Abstand von d^0 hat, so ist die in der Verbindungslinie Sonne—Stern liegende Komponente der Sonnenbewegung $V_\odot \cdot \cos d$, und diese Größe wird als Radialgeschwindigkeit gemessen, wenn der Stern keine eigene Bewegung hat: $V = V_\odot \cdot \cos d$. In Wirklichkeit haben die Fixsterne eigene Bewegungen; doch kann man bei einer hinreichend großen Zahl von Sternen annehmen, daß die eigenen Bewegungen wie zufällige Fehler verteilt sind und sich bei der Zusammenfassung der Gruppe aufheben. Die einfache Gleichung $V = V_\odot \cdot \cos d$ kann also für jeden der Sterne angesetzt werden. Es hat sich aber gezeigt, daß man in die Gleichung ein konstantes Glied K aufnehmen muß, um die Beobachtungen darzustellen: $V = V_\odot \cdot \cos d - K$. K bezeichnet also den als Geschwindigkeit ausgedrückten Wert einer Linienverschiebung, die allen Sternen der gewählten Klasse gemeinsam ist. Wollte man die Verschiebung wirklich als Geschwindigkeit deuten, so würde ein positiver Wert von K besagen, daß alle diese Sterne sich mit einer Geschwindigkeit von K km/sec. von uns entfernen. Um dieser unwahrscheinlichen Konsequenz zu entgehen, kann man auch annehmen, daß die Schichten der Sternatmosphären, in denen die Absorptionslinien entstehen, sich in absteigender Bewegung befinden.

S. ALBRECHT hat schon in früheren Arbeiten[1]) versucht, den K-Effekt auf andere Weise zu erklären. Er hat damals gezeigt, daß die Einführung neuerer Wellenlängen für die irdischen Vergleichsspektren den K-Effekt bei den Sternen der Spektralklassen B0—B5 von + 4.0 auf + 2.6 km herabsetzt. Es handelt sich also noch darum, diesen Rest zu erklären. Der Gedanke, diese Verschiebung als Gravitationseffekt zu deuten, liegt nahe. ALBRECHT[2]) gibt in einer Tafel die Verschiebungen, die sich bei verschiedenen Annahmen über die mittlere Dichte und die Masse der B-Sterne (1 = Dichte bzw. Masse der Sonne) ergeben.

Dichte	Masse	Verschiebung	Dichte	Masse	Verschiebung
0.01	10	+ 0.63 km/sec.	0.1	50	+ 4.0
0.1	5	+ 0.86	0.5	10	+ 2.3
0.1	10	+ 1.36	0.5	20	+ 3.7
0.1	15	+ 1.79	1.0	10	+ 2.9
0.1	20	+ 2.17	1.1	10	+ 3.9
0.1	30	+ 2.87			

Ein sehr wahrscheinlicher Wert für die Dichte ist 0.1. Bei einer Annahme von etwa 25 Sonnenmassen als durchschnittliche Masse eines B-Sternes würde sich nach der Tafel der ganze K-Effekt als Gravitationsverschiebung erklären. Ein so hoher Massenwert ist nach einer neueren (allerdings nicht ganz hypothesenfreien) Bestimmung für Bo—B5-Sterne nicht ausgeschlossen. Setzt man den allgemeiner für B-Sterne angenommenen Wert von 10 Sonnenmassen voraus, so würde immerhin die Hälfte des verbleibenden K-Restes erklärt sein. ALBRECHT schließt daraus, daß Konvektionsströme in den Sternatmosphären, wenn sie vorhanden sind, keine so großen Geschwindigkeiten zu haben brauchen, wie man auf Grund der Größe des K-Terms vermutet hat. KR.

Veränderliche Sterne mit sehr kleiner Amplitude. Die Verwendung der lichtelektrischen Zelle bei astrophotometrischen Beobachtungen hat zur Auffindung einiger Sterne mit sehr geringen Lichtschwankungen geführt. Der erste Stern dieser Art ist von GUTHNICK gefunden worden. Es ist β Cephei, der für die ganze Klasse als typisch gelten kann. In einem Aufsatz in den Publ. of the Astron. Soc. of the Pacific, **38**, 86 (April 1926) behandelt R. H. BAKER diese interessanten Sterne, deren Zahl bis heute noch sehr klein ist, die sich aber im Laufe der Zeit sicherlich vermehren werden.

Die hauptsächlichsten Eigenschaften dieser Sterne sind folgende:

1. Die Periode des Lichtwechsels ist konstant. Sie beträgt häufig nur wenige Stunden, doch kommen auch Werte von mehreren Tagen vor.

2. Die Amplitude ist klein. Sie beträgt etwa 0,1 Größenklasse. Sowohl der Betrag des Lichtwechsels als auch die Form der Lichtkurve ist veränderlich.

3. Die Sterne besitzen veränderliche Radialgeschwindigkeit. Die Linien oscillieren sowohl in ihrer Lage als auch in der Intensität mit der Periode des Lichtwechsels.

4. Amplitude und Gestalt der Geschwindigkeitskurve sind veränderlich, wobei die mittlere Geschwindigkeit in längerer Periode variabel ist.

Der interessanteste von diesen Sternen ist wohl α^2 Canum venaticorum, sowohl wegen seines photometrischen als auch wegen seines spektralen Verhaltens. Der periodische Charakter des Lichtwechsels ist durch die Beobachtungen GUTHNICKS ohne Zweifel nachgewiesen. Er fand bei seinen Beobachtungen eine Amplitude von $0^m.05$. Im Jahre 1920 setzte die Veränderlichkeit für wenigstens 2 Monate aus, um im folgenden Jahre mit der gleichen Periode von 5,5 Tagen wieder aufzutreten. Eine besonders starke Schwankung in der Helligkeit scheint im Juni 1925 vorhanden gewesen zu sein. Nach amerikanischen Beobachtungen aus dieser Zeit erreichte die Amplitude das 2—3fache ihres früheren Wertes. Das spektrale Verhalten ist ebenfalls sehr merkwürdig, da nur einige wenige Linien des Spektrums in Lage und Intensität variieren.

Die Sterne nehmen im Rahmen der anderen Veränderlichen, deren Lichtwechsel auf physikalischen Ursachen beruht, keine Ausnahmestellung ein. Sie unterscheiden sich aber von den ihnen nahestehenden Sternhaufenveränderlichen kurzer Periode durch die Größe der Amplitude, die Gestalt der Lichtkurve und durch die größere Instabilität dieser Merkmale. Im allgemeinen lassen sie auch die für die Cepheiden gefundenen Beziehungen zwischen Lichtwechsel und Radialgeschwindigkeit nicht erkennen. Um die Stellung dieser Sterne zu den übrigen großen Klassen von Veränderlichen enger abgrenzen zu können, müßte ihre Zahl durch Auffindung weiterer Exemplare vermehrt werden, wobei besonders solche längerer Periode wertvoll wären. OTTO KOHL.

[1]) Siehe Naturwissenschaften. S. 863. 1923.

[2]) S. ALBRECHT, The K-term, relativity displacements, and convection currents in B-type-stars. Astrophysic. Journ. **63**, 277. 1926.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.